

## ДРОЗОФИЛА БЕЛГІЛЕРІНЕ ГИБРИДОЛОГИЯЛЫҚ ТАЛДАУ ЖАСАУҒА АРНАЛҒАН ЗЕРТХАНАЛЫҚ ЖҰМЫСТАРДЫ ЖҮРГІЗУ ӘДІСТЕМЕСІ. ТҰҚЫМ ҚУАЛАУ ЗАҢДЫЛЫҚТАРЫН ОҚЫТУ МЕТОДИКАСЫНДА DROSOPHILA MELANOGASTER ҚОЛДАНУ АРТЫҚШЫЛЫҚТАРЫ

Медиум С.Е.\* , Мукашева Д.М. 

*І. Жансүгіров атындағы Жетісу университеті, Қазақстан Республикасы,  
Талдықорған қ.*

\*e-mail: [medium.symbat@gmail.com](mailto:medium.symbat@gmail.com)

Мақалада биология ғылымын оқыту барысында білімгерлерге *Drosophila melanogaster* (жеміс шыбынының) зерттеу объектісі, зерттеу моделі ретінде қолданудың артықшылықтары мен тиімділігі, зерттеу және зертханалық жұмыстардың жүргізілу принципін қол жетімділігі қарастырылады. Дрозофиланың қысқа өмірлік циклы, ұрпақ санының көптігі, хромосомаларының үлкендігі мен анық көрінетін фенотиптік белгілері генетикалық заңдылықтарды зерттеуді жеңілдетеді. Бұл зерттеулердің мақсаты – студенттер мен оқушыларға Мендель заңдары, гендердің тәуелсіз ажырауы, жынысқа тіркелген тұқым қуалау заңдылықтары сияқты негізгі генетикалық ұғымдарды түсіндіру және практикалық дағдылар қалыптастыру. Оқыту әдістемесінде дрозофилаға негізделген зертханалық тәжірибелерді қолдану оқушылардың зерттеушілік дағдыларын арттырып, генетикалық материалды тереңірек меңгеруге мүмкіндік береді. Жұмыс барысында дрозофила меланогастердің биологиялық ерекшеліктеріне, генетикалық талдау әдістеріне және алынған мәліметтерді интерпретациялауға ерекше назар аударылады. Бұл әдістеме тек теориялық білім берумен шектелмей, сонымен қатар биология пәнін оқытудағы практикалық компонентті күшейтеді. Зертханалық жұмыс көптеген оқу бағдарламаларының міндетті құрамдас бөлігі болып табылады. Студенттер теориялық негіздерді тәжірибеде меңгеріп, практикалық дағдыларды меңгереді. Зерттеу тәжірибесі бақылау, өлшеу, материалдармен және компьютерлік техникамен жұмыс істеу қабілетін дамытады.

**Кілт сөздер:** дрозофила, генетикалық талдау, Мендель заңдары, тұқым қуалау, генотип, фенотип, зертханалық жұмыс, гибридологиялық талдау.

### Кіріспе

Дрозофила (*Drosophila*) – жеміс шыбыныдары тұқымдасына жататын жәндіктер. 1000-нан аса түрі бар. Барлық жерде, әсіресе, көкөніс-жеміс сақтайтын қоймаларда кездеседі. Дрозофилалар – ұсақ жәндіктер; көзі қызыл, тұрқы 2 – 3,5 мм-дей. Олар өсімдіктердің шырынымен және шіріген органикалық заттармен, ал дернәсілдері микроорганизмдермен қоректенеді. Дрозофилалар өте өсімтал, әрбір 10 – 15 күнде ұрпақ береді. Ол өте өнімді және қысқа өмірінде 2000-ға дейін жұмыртқа салады. Әйелдер мен еркектер іштің өлшемі мен пішіні бойынша ерекшеленеді. Көбею барысында, жұптасқаннан кейін ұрықтанған аналық жұмыртқа салады, бір ілінісуде олар 50-ден 80 данаға дейін болуы мүмкін. Жұмыртқалардан дернәсілдер пайда болады, дернәсілдер қуыршақтанады, ал ересектер қуыршақтардан шығады. Ал өмірлік цикл жалғасады. Дрозофиланың даму уақыты 10-20 күн және қоршаған ортаның температурасына байланысты. Әйел жұмыртқаларын шіріген жемістерге салады. Бір күннен кейін жұмыртқалардан дернәсілдер пайда болады. дернәсілдері 5 күн өмір сүреді және қоректенеді, екі түтіктен өтіп, қуыршақтайды. Қуыршақ кезеңі 5 күнге дейін созылады,

ересектер пайда болады. Қуыршақтан шыққаннан кейін аналықтар 12 сағаттан кейін жұптауға дайын болады. Дрозофила шыбындары салқын климаты бар аймақтарды қоспағанда, бүкіл планетада дерлік таралған. Олардың тұқымдасы – ең көп тұқымдастардың бірі, олардың тұқымы 1500-ден астам түрді қамтиды. Жәндіктер өте көбейеді және аналық өмірінің соңғы күндеріне дейін жұмыртқа сала алады. Бұл жәндіктердің популяциясы үнемі өсіп келеді және оған ештеңе қауіп төндірмейді.

Өсімтал болғандықтан генетикалық зерттеулерге пайдаланылады. Мысалы, дрозофиламен жасаған эксперименттік зерттеулердің нәтижесінде америкалық ғалым Т.Морган тұқым қуалаудың хромосомалық теориясын ашты. Қазір лабораторияларда, негізінен, Дрозофиланың *Drosophila melanogaster* түрі өсіріліп, тәжірибелер жүргізіледі.

*Drosophila melanogaster* (жеміс шыбыны) генетика ғылымында кеңінен қолданылатын модельді организм болып табылады. Оның геномы адам геномына қарағанда әлдеқайда кішірек және оны зерттеу оңай. Осыған байланысты дрозофила генетикалық зерттеулерде, оның ішінде гибридологиялық талдау жасау үшін кеңінен қолданылады. Гибридологиялық талдау белгілі бір белгілердің тұқым қуалау заңдылықтарын анықтауға мүмкіндік береді.

### **Материалдар мен әдістер** **Дрозофила белгілеріне гибридологиялық талдау жасауға арналған зертханалық жұмыстар әдістемесі.**

Зертханалық жұмыстың мақсаты:

Жеміс шыбынының негізгі фенотиптік белгілерінің тұқым қуалау заңдылықтарын зерттеу, доминантты және рецессивті белгілердің ұрпақтарда таралу үлгілерін анықтау, Мендель заңдарын практикалық түрде бақылау.

Қажетті құралдар мен материалдар:

1. Дрозофила шыбындарының колониялары: зерттеу үшін әртүрлі белгілері бар (мысалы, көз түсі, қанат пішіні) шыбындар қажет. Әдетте, бір колония - жабайы типті, ал екіншісі – белгілі бір мутациясы бар болуы керек.

2. Шыбындарды өсіруге арналған жабдықтар: шыбындарға арналған арнайы ыдыстар, қоректік орта (агар, жеміс қоспалары).

3. Микроскоп: дрозофила белгілерін бақылау үшін.

4. Пинцеттер және шыны түтікшелер: шыбындарды ұстау және бір ыдыстан екіншісіне ауыстыру үшін.

5. Эфир немесе  $\text{CO}_2$  анестезиясы: шыбындарды уақытша ұйықтату үшін қолданылады.

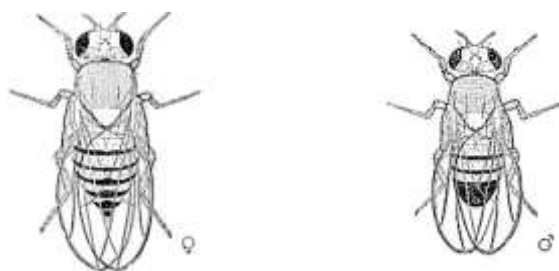
6. Жазу құралдары: жазу кітапшасы немесе электронды құрылғы.

Зертханалық жұмыстың кезеңдері:

1. Дрозофилаларды сұрыптау және жұптастыру

- Бірінші қадам: алдымен ата-аналық жұп ретінде екі түрлі белгілері бар дрозофила шыбындарын таңдаңыз (мысалы, қызыл көзді және ақ көзді дрозофила).

- Жынысын анықтау: Дрозофила шыбындарының жынысын дұрыс анықтау керек, себебі тек жыныстық көбею жолымен алынған ұрпақтар зерттеу үшін жарамды. Аналық дрозофила көлемі үлкенірек, құрсағында өткірлеу жолағы болады, ал аталық дрозофила көлемі кішірек, құрсағы дөңгелек. (сурет-1)



**Сурет-1** – Аталық және аналық *Drosophila melanogaster*

- Жұптастыру: таңдалған ата-аналық шыбындарды бір ыдысқа орналастырыңыз. Олардан F1 ұрпағы алынғанша, шамамен 2-3 күн күтіңіз.

## 2. F1 ұрпақтарын зерттеу

- F1 ұрпақтарын бақылау: Жұптасқаннан кейін алынған F1 ұрпақтарын анестезия әдісін қолданып ұйықтатып, микроскоппен бақылаңыз. Олардың фенотиптерін (мысалы, көз түсі) тіркеңіз.

- Белгілерді анықтау: Егер белгілі бір белгі (мысалы, қызыл көз түсі) басым болып көрінсе, оны доминантты белгі ретінде қарастырыңыз, ал аз кездесетін белгі рецессивті болып есептеледі.

## 3. F2 ұрпақтарын алу

- F1 ұрпақтарын өзара жұптастыру: F1 ұрпақтарынан алынған аталық және аналық шыбындарды бір ыдысқа орналастырып, олардан F2 ұрпақтарын алыңыз.

- F2 ұрпақтарын бақылау: F2 ұрпағында доминантты және рецессивті белгілердің таралуын бақылаңыз. Әдетте, Мендель заңдары бойынша бұл ұрпақта белгілер 3:1 қатынасында байқалады.

## 4. Алынған деректерді өңдеу және талдау

-Таралу үлгілерін талдау: Әр фенотиптің пайыздық қатынасын анықтаңыз және алынған деректерді Мендель заңдарына сәйкес талдаңыз.

- Хи-квадрат тесті: Деректерді статистикалық өңдеуде Хи-квадрат тестін қолданыңыз. Бұл тест алынған нәтижелердің теориялық күтілетін нәтижелерге сәйкестігін тексеруге көмектеседі.

## Нәтижелерді талқылау

Зерттеу барысында алынған деректер бойынша тұқым қуалаудың белгілі бір заңдылықтарын анықтауға болады. Егер тәжірибе нәтижелері Мендель заңдарына сәйкес келсе, онда доминантты және рецессивті белгілердің нақты таралу үлгісін көре аласыз. Мысалы, F2 ұрпақтарында белгілердің 3:1 қатынасы байқалса, бұл зерттеудің дұрыс өткендігін көрсетеді.

## Негізгі бөлім

Дрозофила белгілеріне гибридологиялық талдау арқылы генетикалық тұқым қуалау заңдылықтарын практикалық түрде көруге болады. Дрозофила шыбындарының қысқа өмір сүру циклі және фенотиптік белгілерінің айқын көрінуі зертханалық жұмыс үшін өте ыңғайлы. Бұл әдіс Мендель заңдарын үйретуде, сондай-ақ генетика пәнін терең түсінуде тиімді. Кесте-1

**Кесте 1** – Дрозофила шыбындарын зерттеу объектісі ретінде маңыздылығы

Дрозофила шыбындарының зерттеу нысаны ретінде генетикадағы маңыздылығын олардың «қысқа өмір сүру циклі» мен «айқын фенотиптік белгілері» арттырады. Бұл ерекшеліктер зертханалық жұмыстарда бірнеше артықшылықтар береді:	1. Қысқа өмір сүру циклі: Дрозофиланың өмір сүру циклі шамамен 10-14 күнді құрайды. Осы уақыт ішінде шыбын жұмыртқадан ересек дараға дейін дамиды. Мұндай қысқа уақыт аралығында бірнеше ұрпақтарды алу мүмкіндігі бар, бұл генетикалық зерттеулерде тұқым қуалау заңдылықтарын тезірек бақылауға мүмкіндік береді.
	2. Жыныстық жетілу уақытының қысқалығы: Дрозофила 1-2 күн ішінде жыныстық жағынан жетіліп, көбеюге дайын болады. Сондықтан ата-аналық ұрпақтардан алынған ұрпақтарды бірден зерттеуге кірісуге болады.
	3. Фенотиптік белгілерінің айқын көрінуі: Дрозофиланың көз түсі, қанат пішіні, дене түсі сияқты белгілері оңай ажыратылады. Бұл зерттеушілерге әртүрлі мутацияларды бақылап, фенотиптердің тұқым қуалау жолдарын талдауға мүмкіндік береді.
	4. Генетикалық ақпараттың қарапайымдылығы: Дрозофила геномының құрылымы адамға қарағанда қарапайым. Дегенмен, оның генетикалық ақпаратында адам гендерімен ұқсас функцияларды атқаратын көптеген гендер бар, бұл зерттеулерді адам генетикасына қатысты жүргізуге де пайдалы етеді.

<p>Дрозофила шыбындарының зерттеу нысаны ретінде генетикадағы маңыздылығын олардың «қысқа өмір сүру циклі» мен «айқын фенотиптік белгілері» арттырады. Бұл ерекшеліктер зертханалық жұмыстарда бірнеше артықшылықтар береді:</p>	<p>5. Көптеген мутациялардың болуы: Зертханада дрозофилашының әртүрлі мутацияланған желілері бар, олармен жұмыс істей отырып, гендердің әртүрлі белгілерге әсерін бақылау оңай. Мысалы, қызыл және ақ көз, бұйра және қалыпты қанат сияқты мутациялар генетикалық зерттеулерді жеңілдетеді.</p>
	<p>6. Зерттеу мен бақылауға қажетті жабдықтардың қарапайымдылығы Дрозофилашы өсіру және зерттеу үшін арнайы күрделі құрал-жабдықтар қажет емес. Шағын ыдыстарда, қарапайым коректік ортада өсіруге болады. Сонымен қатар, оларды зерттеу үшін микроскоп қана жеткілікті.</p>
	<p>7. Генетикалық зерттеулердегі танымалдылығы және ғылыми тәжірибе Дрозофила шыбындары жүз жылдан астам уақыт бойы генетикалық зерттеулерде қолданылады. Ғылыми әдебиетте дрозофилаға қатысты көптеген зерттеулер бар, бұл генетика мен тұқым қуалау туралы білімнің үлкен базасын қалыптастырды. Осыған орай, зерттеу жүргізу кезінде бұрынғы деректерге сүйену оңай.</p>

Осы себептерге байланысты дрозофила шыбындары тұқым қуалау заңдылықтарын зерттеуге арналған «модельді организм» ретінде өте ыңғайлы, ал бұл оны оқу және зерттеу мақсаттарында тиімді пайдалануға мүмкіндік береді.

Дрозофила шыбындарына жүргізілген зерттеулер арқылы тұқым қуалаудың бірнеше негізгі заңдылықтары анықталған, соның ішінде:

- Мендель заңдары: Доминантты және рецессивті белгілердің ұрпақтарға таралу заңдылықтары.

- Жыныспен тіркескен тұқым қуалау: Кейбір белгілердің жыныстық хромосомалармен байланысып тұқым қуалауы.

- Генетикалық рекомбинация және кроссинговер: Хромосомалардың бір-бірімен алмасуы нәтижесінде жаңа генетикалық комбинациялардың пайда болуы.

Дрозофила генетикасының бірқатар ерекшеліктері бар, оларды хромосомалар құрылымы мен генетикалық жүйесіне байланысты қарастырайық.

Дрозофила хромосомаларының құрылымы

Дрозофила геномында барлығы 8 хромосома бар, олар 4 жұпқа бөлінеді:

1. X және Y жыныстық хромосомалар: Дрозофилада жынысты анықтайтын хромосомалар жүйесі адамдарға ұқсас, яғни X және Y хромосомалары арқылы жыныс анықталады. XX – аналық, ал XY – аталық болып табылады.

2. Үш аутосомды хромосома жұбы: Олар хромосомалар номеріне сәйкес 2, 3 және 4 болып белгіленеді. Дрозофиладағы ең кіші хромосома жұбы – 4-жұп хромосома, оның мөлшері мен ген саны аз.

Дрозофилашының әрбір хромосомасында арнайы гендер орналасқан, олар белгілі бір белгілердің тұқым қуалауын реттейді. Хромосомаларда маңызды генетикалық ақпарат орналасқан және олар әртүрлі функцияларды атқарады.

Хромосома құрылысының негізгі ерекшеліктері

Дрозофилашының хромосомалық құрылымы оның генетикалық ерекшеліктерін түсінуге көмектеседі:

**1. Политенді хромосомалар.** Дрозофила шыбындарының сілекей бездерінде ерекше, ірі политенді хромосомалар байқалады. Олар бірнеше рет репликация нәтижесінде пайда болады, бірақ клетка бөлінбейді, сондықтан хромосомалар бірге қосылып, ерекше іріленген түрге енеді. Политенді хромосомалар құрылымында «жолақтар мен аяқастар» көрініп тұрады, бұл генетикалық карталар жасауда үлкен рөл атқарады. Әр жолақ белгілі бір геннің орналасқан аймағын көрсетеді, бұл зерттеушілерге гендердің локализациясын дәл анықтауға мүмкіндік береді.

**2. Жыныспен тіркескен белгілер.** X хромосомада орналасқан гендер жыныспен тіркескен белгілерді анықтайды. Мысалы, дрозофиладағы көз түсінің тұқым қуалауы X

хромосомада орналасқан гендер арқылы реттеледі. Мұндай белгілерді зерттеу арқылы жыныспен тіркескен тұқым қуалауды түсінуге болады.

**3. Генетикалық рекомбинация және кроссинговер.** Дрозофила хромосомалары арасында «кроссинговер» (хромосома сегменттерінің алмасуы) жиі байқалады. Кроссинговер рекомбинацияға әкеледі, бұл гендердің жаңа комбинацияларын жасайды. Рекомбинация жиілігі дрозофиланың генетикалық картасын құруда пайдаланылады.

**4. Минималды хромосома саны.** Дрозофила геномындағы хромосома саны аз болғанымен, әр хромосомада күрделі генетикалық ақпарат орналасқан. Бұл геномды зерттеуді жеңілдетеді және маңызды гендердің реттелуін бақылауға мүмкіндік береді. Кесте-2

**Кесте 2 – Дрозофила генетикасының негізгі аспектілері**

Дрозофила генетикасының негізгі аспектілері	<p><b>1. Тұқым қуалаудың Мендель заңдылықтары</b> Дрозофила генетикасы Мендельдің тұқым қуалау заңдарына сәйкес келеді. Мысалы, доминантты және рецессивті белгілердің таралуы, генотип және фенотип арақатынастары классикалық Мендель заңдарына сәйкес жүреді.</p>
	<p><b>2. Жыныспен тіркескен тұқым қуалау</b> Дрозофилада жыныспен тіркескен белгілер кеңінен зерттелген. Бұл белгілердің көбісі Х хромосомада орналасқан және тек белгілі бір жыныс арқылы тұқым қуалау ерекшелігіне ие. Мысалы, дрозофиладағы ақ көз түсі жыныспен тіркескен рецессивті белгі болып табылады.</p>
	<p><b>3. Мутациялар</b> Дрозофилада көптеген мутациялар зерттелген. Олардың ішінде дене түсі, көз түсі, қанат пішіні сияқты фенотиптік өзгерістерді тудыратын мутациялар бар. Бұл мутациялар генетикалық зерттеулерде қолданылады және тұқым қуалау заңдылықтарын зерттеуге мүмкіндік береді</p>
	<p><b>4. Генетикалық карталар жасау</b> Дрозофила геномындағы гендердің орналасуын зерттеу үшін генетикалық карталар құрылады. Политенді хромосомалардың айқын көрінетін құрылымы гендердің нақты орнын анықтауға көмектеседі. Мұндай карталар генетикалық зерттеулерде өте маңызды.</p>

Дрозофила хромосомаларының құрылымы, генетикалық ерекшеліктері мен тұқым қуалау заңдылықтары генетиктерге тұқым қуалауды зерттеудің тиімді әдістерін ұсынады. Хромосома құрылымындағы полиэтенді хромосомалар мен жыныспен тіркескен белгілер генетикадағы көптеген негізгі түсініктерді қалыптастыруға көмектесті. Дрозофила генетикасы осы күнге дейін генетика ғылымында маңызды орын алып, оның құрылымы мен генетикалық жүйесі адамдарға да қатысты көптеген сұрақтарды түсінуге ықпал етуде.

Дрозофила генетикалық картасының құрылымы. Дрозофила генетикалық картасы оның төрт жұп хромосомасына негізделеді:

1. 1-жұп (жыныстық хромосомалар – Х және Y): Бұл хромосомада жыныспен тіркескен гендер, сондай-ақ көз түсі сияқты белгілердің гендері орналасқан.

2. 2, 3 және 4 аутосомды хромосома жұптары:

2-хромосомада: Дененің қара түсін анықтайтын гендер, қанаттың қысқа болуы, мутациялардың кейбір түрлері.

3-хромосомада: Тұқым қуалайтын белгілердің көпшілігі – қанат пішіні, дене түсі, қылтанақтардың ұзындығы.

4-хромосомада: Ең қысқа хромосома болғандықтан, мұнда аз ғана гендер бар, бірақ олардың орналасу ретін анықтау қиын емес.

Дрозофила генетикалық картасы – тұқым қуалау мен генетикалық карта жасаудың ең алғашқы мысалдарының бірі. Оның көмегімен тұқым қуалауды реттейтін гендердің орналасуын, олар арасындағы қашықтықты және генетикалық белгілердің ұрпаққа берілу ерекшеліктерін түсінуге болады. Бұл карта генетиктерге және зерттеушілерге генетикалық зерттеулерді жеңілдетіп, тұқым қуалау заңдылықтарын толық зерттеуге мүмкіндік береді.



### Нәтижелер мен талқылаулар

1. Томас Хант Морган (1866–1945) .Морган дрозофилаға негізделген зерттеулері арқылы хромосомалық тұқым қуалаушылық теориясын негіздеді. Ол гендердің хромосомаларда орналасқанын дәлелдеп, тұқым қуалаушылықтың заңдылықтарын нақтылады. Оның ең танымал сөзі:

*"Дрозофила – генетиканың микроскопиялық әлеміндегі телескопы."* Бұл сөздің мәні – дрозофила арқылы генетикалық заңдылықтарды жеңіл әрі айқын көруге болатындығында.

2. Грегор Мендельдің ізбасарларының пікірі:Мендель заңдарын нақтылауда дрозофиланың рөлі ерекше. Кейінгі ғалымдар, соның ішінде Г. Стертевант, А. Мюллер және К. Бриджес, дрозофила негізінде генетикалық карталау әдісін әзірледі. Бұл зерттеулердің нәтижесінде олар дрозофиланы биологиялық зерттеулердің "алдыңғы қатарлы құралы" деп атады.

3. Сидней Брэннер (1927–2016).Молекулалық биологияның негізін қалаушылардың бірі, Брэннер, дрозофила секілді модельдік организмдерді қолданудың артықшылығын атап өтті:

*"Қарапайым организмдерді зерттей отырып, біз күрделі организмдердің жұмысын түсіне аламыз."* Дрозофила генетикасы тек мутацияларды зерттеуде емес, даму биологиясы, нейрогенетика және эволюциялық биология салаларына да үлес қосты.

4. Совет ғалымдарының көзқарастары.Кеңес Одағында Николай Вавилов, Александр Серебровский сынды ғалымдар дрозофиланы генетиканы оқыту және тұқым қуалаушылықты зерттеу барысында қолданды. Олар:

*"Дрозофила – генетиканың қарапайымдылығы мен дәлдігін көрсететін ерекше модель."* деген пікір айтты, себебі бұл жәндік арқылы қысқа мерзімде үлкен көлемде мәлімет алуға болады.

Ғалымдардың пікірлері дрозофиланың генетика саласындағы орны ерекше екенін дәлелдейді. Ол қазіргі заманғы генетикалық инженерия мен биоинформатиканың дамуына жол ашқан маңызды модельдік организм болып табылады.

### Қорытынды

Дрозофила белгілеріне гибридологиялық талдау жасауға арналған зертханалық жұмыстарды жүргізу және тұқым қуалау заңдылықтарын оқыту методикасында *Drosophila melanogaster* қолдану артықшылықтары ғылыми зерттеу іс әрекетінің оқыту барысында маңызды рөл атқаратындығының дәлелі болып табылады. Оқыту методикасында ғылыми зерттеу іс-әрекеті арқылы болашақ маман шығармашылықтың теориясы мен ғылыми педагогикалық зерттеу технологиясын меңгереді, бұрыннан белгілі әдіс, технология, әдістемелер элементтерін тиімді түрде біріктіре алатын, жаңа идеялар мен технологияларды құрастыра және тәжірибеге енгізе алатын деңгейге жетеді. Аталған іс-әрекет барысында болашақ маманда зерттеу функциясын жүзеге асыру қабілеті дамиды, кәсіби-шығармашылық іскерлік нышандары қалыптасады: зерттеу жолында туындаған проблеманы шешу стратегиясын және оны шынайы жағдайда жүзеге асыра алады; алынған нәтиженің қойылған мақсатқа сәйкестілігін анықтайды; зерттеудің әрбір кезеңіне бағалау; зерттеудің жалпы ғылыми, жеке және кешенді әдістерін қолдану іскерлігі дамиды.

### ӘДЕБИЕТТЕР:

1. Генетический анализ дрозофилы: практикум / сост О.В. Гумерова, Г.Ф. Галикеева. Уфа: Изд-во БГПУ, 2020. – 55 с.

2. Дрозофила генетикасы бойынша үлкен практикум : метод. оқу құралы / Л.Б. Жансүгірова, О.Т. Тажин, Р.І. Берсімбаев; Әл-Фараби атын. ҚазМҰУ. – Алматы: Ғылым, 2000

3. Генетика және селекция негіздері : оқу құралы / Д. Қ. Айдарбаева, Р.Ж. Джунусова; ҚР Білім және ғылым м-гі, Абай атын. ҚазҰПУ. – Қарағанды : Ақнұр баспасы, 2019. – 155

4. Генетика негіздері : оқулық / С. К. Уильям [және т.б.]. – 11-бас. – Алматы : Дәуір, 2017

5. Основы генетики : учебник / В.В. Иванищев ; дар. ИНФРА-М. - М. : РИОР : ИНФРА-М, 2017. – 205.
6. <https://flybase.org/>
7. <https://drosophilaresearch.org>
8. Генетика / Бегімқұл Б., Алматы баспасы, 2005ж.
9. Жалпы генетика / Стамбеков С., Алматы баспасы 2002ж.
10. Генетика негіздері оқулық. 1-том / Уильям С Клаг, Макл Р. Каммингс, Шарлотта А. Спенсер, Майкл А. Палладино. Ағылшын тілінен ауд. Б.О. Бекманов, Б.С. Нәбиева, 2016. – 543 б.

#### REFERENCES:

1. Gumerova O.V. Galikeeva G.F (2020) Geneticheski analiz drozofily, praktikum. [Genetic analysis of Drosophila, practicum], İzdatelstvo "BGPU", 55 p.
2. Jansügirova L.B, Tajin O.T, Bersimbaev R.I (2000) Drozofila genetikasy boiynşa ülken praktikum. [A large practical book on Drosophila genetics], İzdatelstvo "Äl-Farabi atyn. QazMÜU", 160 p.
3. Aidarbaeva D.Q, Junusova R. J (2019) Genetika jäne seleksia negızderi : oqu qūraly [Fundamentals of genetics and breeding, textbook], İzdatelstvo "Qarağandy: Aqnūr baspasy", 155p.
4. Uiläm S. K (2017) Genetika negızderi: oqulyq [Basics of genetics], İzdatelstvo "Almaty: Däuir", 105p.
5. İvanişev V. V (2017) Osnovy genetiki: uchebник [Basics of genetics], İzdatelstvo "RIOR: İNFRA-M", 205p.
6. <https://flybase.org/>
7. <https://drosophilaresearch.org>
8. Begimqūl B. (2005) Genetika [Genetic], İzdatelstvo "Almaty".
9. Stambekov S. (2002) Jalpy genetika [Basics of genetics], İzdatelstvo "Almaty".
10. Uiläm S Klag, Makl R. Kamminings, Şarlotta A. Spenser, Maikl A. Paladino. Aғылшын тілінен ауд. В.О. Бекманов, В.С. Нәбиева (2016) Genetika negızderi oqulyq. 1-tom [Basics of genetics], İzdatelstvo "Almaty", 543p.

### ТЕХНОЛОГИЯ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ ПО ПРОВЕДЕНИЮ ГИБРИДОЛОГИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ПРИЗНАКОВ ДРОЗОФИЛЫ. ПРЕИМУЩЕСТВА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ DROSOPHILA MELANOGASTER ПРИ ОБУЧЕНИИ ЗАКОНАМ НАСЛЕДСТВЕННОСТИ

Медиум С.Е., Мукашева Д.М.

Жетысуский университет им. И. Жансугурова, Республика Казахстан, г.Талдыкорган  
\*e-mail: [medium.symbat@gmail.com](mailto:medium.symbat@gmail.com)

*В статье рассматриваются преимущества и эффективность использования *Drosophila melanogaster* (дрозофилы) в качестве объекта исследования, модели исследования, а также доступность принципа проведения исследований и лабораторных работ студентам во время преподавания биологических наук. Короткий жизненный цикл дрозифилы, большое количество поколений, крупные хромосомы и четко выраженные фенотипические особенности облегчают изучение генетических закономерностей. Целью данных исследований является объяснение основных генетических понятий, таких как законы Менделя, независимое разделение генов, законы сцепленного с полом наследования, и формирование у студентов и школьников практических навыков. Использование в методике обучения лабораторных экспериментов на дрозифиле позволяет студентам повысить свои исследовательские навыки и получить более глубокое понимание*

генетического материала. В ходе работы особое внимание уделено биологическим особенностям *Drosophila melanogaster*, методам генетического анализа и интерпретации полученных данных. Данная методика не ограничивается теоретическим обучением, но и усиливает практическую составляющую преподавания биологии. Лабораторная работа – обязательный компонент большинства образовательных программ. Студенты на практике усваивают теоретические основы и приобретают практические умения и навыки. Опыт исследования развивает умение наблюдать, измерять, работать с материалами и вычислительной техникой.

**Ключевые слова:** дрозофила, генетический анализ, законы Менделя, наследование, генотип, фенотип, лабораторная работа, гибридологический анализ.

## TECHNOLOGY OF LABORATORY WORK FOR CONDUCTING HYBRIDOLOGICAL ANALYSIS OF DROSOPHILA CHARACTERISTICS. BENEFITS OF USING DROSOPHILA MELANOGASTER IN TEACHING THE LAWS OF HERITANCE

S.E. Medium, D.M. Mukasheva

Zhetysu University named after I.Zhansugurov, Republic of Kazakhstan, Taldykorgan

\*e-mail: [medium.symbat@gmail.com](mailto:medium.symbat@gmail.com)

*The article discusses the advantages and effectiveness of using *Drosophila melanogaster* as a research object, a research model, as well as the accessibility of the principle of conducting research and laboratory work for students during the teaching of biological sciences. The short life cycle of *Drosophila*, a large number of generations, large chromosomes and clearly expressed phenotypic features facilitate the study of genetic patterns. The purpose of these studies is to explain the basic genetic concepts, such as Mendel's laws, independent segregation of genes, laws of sex-linked inheritance, and the formation of practical skills in students and schoolchildren. The use of laboratory experiments on *Drosophila* in the teaching methodology allows students to improve their research skills and gain a deeper understanding of the genetic material. In the course of the work, special attention is paid to the biological characteristics of *Drosophila melanogaster*, methods of genetic analysis and interpretation of the data obtained. This methodology is not limited to theoretical training, but also enhances the practical component of teaching biology. Laboratory work is a mandatory component of most educational programs. Students learn theoretical foundations in practice and acquire practical skills. Research experience develops the ability to observe, measure, work with materials and computer technology.*

**Key words:** *drosophila, genetic analysis, Mendel's laws, inheritance, genotype, phenotype, laboratory work, hybridological analysis.*