



# Тапсырмалардың шешімдері

## Beyond Biology Olympiad №3

10-12 сыныптар

25 маусым 2023

## 1-тапсырма.

1 ерітіндісі:

$$n(\text{CH}_3\text{COOH}) = 0.05 \cdot 2 = 0.1 \text{ mole}$$

$$n(\text{CH}_3\text{COOK}) = 0.1 \text{ mole}$$

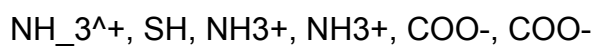
$$pK_a = 4.757$$

$$pH = pK_a + \log \frac{[A^-]}{[HA]}$$

$$pH = 4.757 + \log \frac{0.1}{0.1} = 4.757 \text{ [1]}$$

Заряд:

1 ерітіндісі:



$$+1 \text{ [1]}$$

2 ерітінді:

$$n(\text{HCOOH}) = 0.5 \cdot 3 = 1.5 \text{ mole}$$

$$n(\text{HCOONa}) = 0.1 \cdot 0.1 = 0.01 \text{ mole}$$

$$pH = pK_a + \log \frac{[\text{HCOONa}]}{[\text{HCOOH}]}$$

$$pH = 3.75 + \log \frac{0.01}{1.5} = 1.58 \text{ [1]}$$

Заряд:



$$+3 \text{ [1]}$$

$$\text{Айырмашылық зарядтарды: } 3 - 1 = 2 \text{ [1]}$$

**[5 балл]**

## 2-тапсырма.

T	17	22	13	15	14	16	21	24	20	12
U	14	16	10	11	13	9	17	12	18	7
T <sup>2</sup>	289	484	169	225	196	256	441	576	400	144
U <sup>2</sup>	196	256	100	121	169	81	289	144	324	49
TU	238	352	130	165	182	144	357	288	360	84

**[2]**

a)

$$\Sigma T = 174 \text{ [0,25]}$$

$$\Sigma U = 127 \text{ [0,25]}$$

$$\Sigma T^2 = 3180 \text{ [0,25]}$$

$$\Sigma U^2 = 1729 \text{ [0,25]}$$

$$\Sigma TU = 2300$$

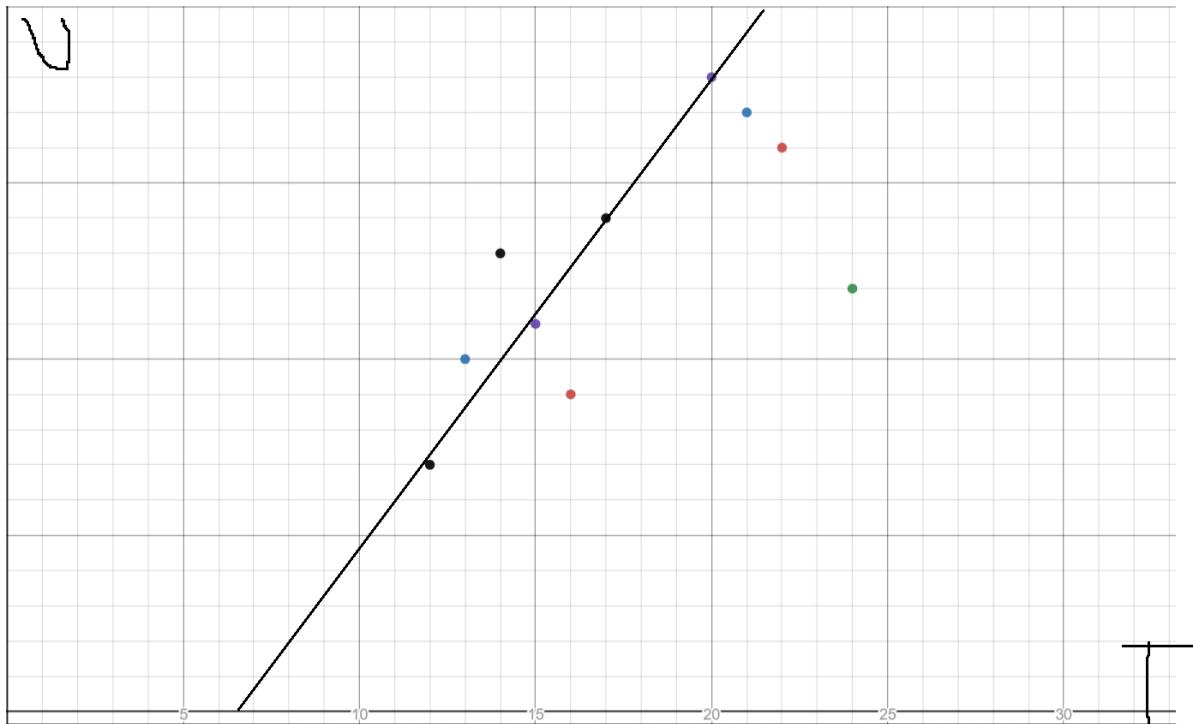
$$(\Sigma T)^2/n = 30276/10 = 3027.6 \text{ [0,5]}$$

$$(\Sigma T * \Sigma U)/n = (174 * 127)/10 = 2209.8 \text{ [0,5]}$$

$$b = \frac{\Sigma TU - ((\Sigma T * \Sigma U)/n)}{\Sigma T^2 - ((\Sigma T)^2/n)} = (2300 - 2209.8)/(3180 - 3027.6) = 0.59 \text{ [1]}$$

Орта ата-ананың ұрпақ регрессиясы тұқым қуалаушылықты бағалау болып табылады,  $h^2 = 0,59$

b)



**[3]**

c)

$$r = \frac{\Sigma TU - ((\Sigma T * \Sigma U) / n)}{\sqrt{\Sigma T^2 - ((\Sigma T)^2 / n) * (\Sigma U^2 - ((\Sigma U)^2 / n))}} = 90,2 / \sqrt{152,4 * 116,1} = 0,68 \text{ [1]}$$

$$h^2 = r * (s_y / s_x) \text{ [0,5]}$$

$$0,59 = 0,68 * (s_u / s_t)$$

$$s_u = \sqrt{\frac{\Sigma U^2 - ((\Sigma U)^2 / n)}{n-1}} = \sqrt{11,61 / 9} = 1,13 \text{ [0,5]}$$

$$s_T = \sqrt{\frac{\Sigma T^2 - ((\Sigma T)^2 / n)}{n-1}} = \sqrt{15,24 / 9} = 1,3 \text{ [0,5]}$$

$$0,68 * (1,13 / 1,3) = 0,59 \text{ [0,5]}$$

U және T өте жоғары корреляциясын. [1]

**[12 балл]**

### 3-тапсырма

#### 1.1) Ф.

Егер сіз 1-фигураға (а) қарасаңыз, онда біз DAF-16/FOXO гендерінің қалған бөлігімен тығыз байланысты тек бір (dFOXO) генін көреміз. Бірнеше гомологтық гендер емес, бір ғана ген шығады.

#### 1.2) Т.

Сондай-ақ, 1-суретті (а) қарасаңыз, dFOXO филогенетикалық ағаштағы hFOXO және daf-16 гендік отбасыларымен тығыз байланысты екенін көреміз. (көк түспен белгіленген)

#### 1.3) Ф.

1-(b)-суретке қарасақ, берілген полипептидтік тізбегінде 3 амин қышқылы қызыл түспен ерекшеленгенін көреміз: T44; S190; S259. Бізге белгілі, тек үш амин қышқылы фосфорлануы мүмкін: серин (S); тирозин (Y); треонин (T). Қызылдары белгіленген, реттеу үшін фосфорланатындары бар екен.

#### 1.4) Ф.

1 (е) суретте dFOXO генінің өзі көрсетілген, экзондар және олардың 11-і көк түспен көрсетілген. Бірақ геннің ауданы сөзсіз 30 кб-тан асады (суреттен түсінуге болады).

#### 2.1) Ф.

(i) графикте тотығу стрессіне ұшыраған dFOXO-/- гетерозиготаларға немесе мутант емес организмдерге қарағанда әлдеқайда жылдам өлетінін көреміз.

#### 2.2) Ф.

Мәтінде көрсетілгендей EP dFOXO эндогендік экспрессиясына әкеледі. Ал (i) графигі көрсеткендей, EP бар жеміс шыбындары басқаларға қарағанда әлдеқайда төзімді. Мұның себебі, оңай белсендірілетін күшейткіштерді Gal-4 болмаған кезде іске қосуға болады. Бұл мәлімдеме дұрыс емес, өйткені дыбысты өшіргіштер емес, күшейткіштер іске қосылады.

#### 2.3) Т.

Сандар екі дрозофиланы салыстырады: бір бақылау және dFOXO генінде нокауттық мутация бар мутант. Көріп отырғанымыздай, dFOXO геніндегі мутация Дрозофила ағзасында ешқандай өзгерістерге әкелмейді.

#### 3.1) Т.

( f ) графигінде [c]( dFOXO-/- chico-/-) массасы [e]( чико мутант) массасынан үлкен екенін көреміз.

3.2) Ф.

Барлық графиктерді талдағаннан кейін қанаттар аймағындағы фенотиптік өзгерістердің азаюы ең аз басылғанын түсінуге болады. Егер көздің жасушаларының мөлшері туралы айтатын болсақ, онда керісінше, мутанттар chico -/- dFOXO -/- мутанттардан кіші жасушалар болады: chico -/-. Сондықтан, dFOXO -/- басу орнына, керісінше жағдайды нашарлатады.

3.3) Ф.

Сюжеттен (i) бақылаушы дрозофиланың dFOXO-нөлдік мутанттарға қарағанда қанаттары әлдеқайда үлкен екенін көреміз. Сондықтан мәлімдеме дұрыс емес.

3.4) Т.

(h) графигінен көріп отырғанымыздай, Дрозофила: чико -/- dFOXO -/- көзінде Дрозофилаға қарағанда көп жасушалар бар: чико -/-.

3.5) Ф.

Кездегі және қанаттардағы жасушалардың саны dFOXO және chico бір мезгілде мутациямен көбейетініне сүйене отырып, біз, керісінше, chico фонында dFOXO жоғалуы -/- жылдамдығын тездетеді деп қорытынды жасауға болады. жасуша пролиферациясы.

**[0,5 баллдан әр дұрыс жауап үшін]**

**[6 балл]**

#### **4-тапсырма.**

а)  $120\text{мВ}=0.12\text{ В}=Q/C$

$$C = \varepsilon \cdot SA/d =$$

$$(8.854 \cdot 10^{-12} \text{ C}^2/\text{Дж} \cdot \text{м}^2)(4\pi(1 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2 \text{ м}^2))/(55 \cdot 10^{-10} \text{ м}) =$$

$$2.023 \cdot 10^{-14} \text{ C}^2/\text{Дж} \text{ [1]}$$

$$Q=2.428 \times 10^{15} = 15172 \text{ протондар [1]}$$

$$\text{б) Көлемі везикулы} = 4/3 \pi(1 \cdot 10^{-6} \text{ м})^3 = 4.189 \cdot 10^{18} \text{ м}^3 = 4.189 \cdot 10^{-15} \text{ л}$$

$$\text{моль саны: } 15172/(6.022 \times 10^{23})=2.519 \times 10^{-20} \text{ моль [1]}$$

өзгерту концентрациясы протондардың кейін иондар =  
 $2.519 \cdot 10^{-20} / 4.189 \cdot 10^{-15} \text{ л} = 5.154 \cdot 10^{-6} \text{ М} \text{ [1]}$

$$pH = -\log(10^{-6} + 5.154 \cdot 10^{-6}) = 5.21 \text{ [1]}$$

**[5 балл]**

### 5-тапсырма.

Бұл есептерді шешу үшін қалыпты үлестірімнің және z-баллының қасиеттерін қолдануға болады. Формула арқылы кез келген ұпайды z-баллына түрлендіруге болады:

$$z = (x - \mu) / \sigma \text{ [1]}$$

мұндағы x – ұпай,  $\mu$  – орташа,  $\sigma$  – стандартты ауытқу.

Оқушылардың қанша пайызы 60-80 ұпай жинады?

Бұл сұраққа жауап беру үшін 60 пен 80 аралығындағы ұпай жинаған студенттердің үлесін табу керек, содан кейін оны пайызға айналдыру керек. Біріншіден, біз ұпайларды z ұпайларына түрлендіруіміз керек:

$$z_1 = (60 - 100,83) / 18,17 = -2,25 \text{ [0,5]}$$

$$z_2 = (80 - 100,83) / 18,17 = -1,14 \text{ [0,5]}$$

Содан кейін  $z_1$  және  $z_2$  арасындағы қоңырау қисығының астындағы ауданды табу үшін z-кесте немесе калькуляторды пайдалана аламыз:

$$P(-2,25 < Z < -1,14) = 0,1454$$

Бұл студенттердің шамамен 14,54 пайызы 60 пен 80 ұпай жинағанын білдіреді. **[0,5]**

Оқушылардың қанша пайызы 85 баллдан жоғары жинады?

Бұл сұраққа жауап беру үшін 85-тен жоғары балл жинаған студенттердің үлесін тауып, содан кейін оны пайызға айналдыру керек. Қайтадан, біз ұпайды z ұпайына түрлендіруіміз керек:

$$r = (85 - 100,83) / 18,17 = -0,87 \text{ [0,5]}$$

z-кестесін немесе калькуляторды пайдаланып, z-нің оң жағындағы қоңырау қисығының астындағы ауданды таба аламыз:

$$P(Z > -0,87) = 0,8078 \text{ [0,5]}$$

Бұл студенттердің шамамен 80,78%-ы 85 баллдан жоғары жинағанын білдіреді.  
**[0,5]**

Егер ИВО-ға қатысу үшін ең жақсы 12 студент таңдалса, ұлттық құрамаға қатысу үшін ең төменгі ұпай қанша болуы керек?

Үздік 12 оқушының нақты ұпайларын білмейміз, бірақ біз қалыпты үлестірімнің қасиеттерін үздік 12-ге кіру үшін қажетті ең төменгі ұпайды бағалау үшін пайдалана аламыз. Ұпайлар қалыпты түрде бөлінген деп есептесек, жоғарғы 12-процентильге сәйкес келетін z-балын табу үшін келесі формуланы пайдалана аламыз:

$$z = \text{invNorm}(0,88) \approx 1,18 \quad \mathbf{[0,5]}$$

Мұнда  $\text{invNorm}$  - берілген пайыздық мәнге сәйкес z-балын беретін кері қалыпты таралу функциясы. Аргумент ретінде 0,88 пайдаланамыз, себебі біз 88-ші процентильге баламалы жоғарғы 12-процентильге сәйкес ұпайды тапқымыз келеді. Содан кейін біз x, талап етілетін ең төменгі ұпайды таба аламыз:

$$1,18 = (x - 100,83) / 18,17$$

$$x \approx 121,47 \quad \mathbf{[0,5]}$$

Осылайша, ұлттық құрамаға қатысу үшін талап етілетін ең төменгі ұпай шамамен 196,75-тен 121,47-ні құрайды.

Егер 110 балл «жақсы» нәтиже деп есептелсе, онда оқушылардың қанша пайызы олимпиададан «жақсы» өтті?

Бұл сұраққа жауап беру үшін 110-нан жоғары балл жинаған студенттердің үлесін тауып, оны пайыздық көрсеткішке айналдыру керек. Біріншіден, біз баллды z-баллына түрлендіруіміз керек:

$$r = (110 - 100,83) / 18,17 = 0,50 \quad \mathbf{[0,5]}$$

z-кестесін немесе калькуляторды пайдаланып, z-нің оң жағындағы қоңырау қисығының астындағы ауданды таба аламыз:

$$P(Z > 0,50) = 0,3085 \quad \mathbf{[0,5]}$$

Бұл оқушылардың шамамен 30,85%-ы олимпиаданы «жақсы» тапсырғанын білдіреді (яғни 110 ұпайдан жоғары жинады).

**[6 балл]**



## 6-тапсырма.

а) Бізге қандағы қалдық өнімнің концентрациясы екі түрлі уақыт нүктесінде берілген:  $C_b(0) = 100$  бірлік және  $C_b(30) = 40$  бірлік.  $C_b(t) = C_0 \cdot e^{(-kt)}$  теңдеуін пайдаланып, келесі теңдеулерді жазуға болады:

$$C_b(0) = C_0 \cdot e^{-k \cdot 0} = C_0 = 100 \text{ бірлік [0,5]}$$

$$C_b(30) = C_0 \cdot e^{-k \cdot 30} = 40 \text{ бірлік [0,5]}$$

Екінші теңдеуді бірінші теңдеуге бөлсек, мынаны аламыз:

$$C_b(30)/C_b(0) = e^{-k \cdot 30} / e^{-k \cdot 0}$$

$$40/100 = e^{-k \cdot 30} / 1$$

$$0.4 = e^{-k \cdot 30} \text{ [1]}$$

Екі жақтың натурал логарифмін алсақ, бізде:

$$\ln(0,4) = -k \cdot 30$$

$$k = -\ln(0,4) / 30$$

k мәнін есептеп, табамыз:

$$k \approx 0,0489 \text{ [1]}$$

Осылайша, бұл ағынды су үшін k мәні минутына шамамен 0,0489 бірлік.

б) Енді біз k мәнін анықтадық, оны қандағы қалдық өнімнің концентрациясын 10 бірлікке дейін төмендетуге кететін уақытты есептей аламыз.  $C_b(t) = C_0 \cdot e^{(-kt)}$  теңдеуін пайдаланып, келесі теңдеуді анықтауға болады:

$$10 = 100 \cdot e^{(-0,0489t)} \text{ [1]}$$

Екі бөлікті де 100-ге бөлсек, мынаны аламыз:

$$0,1 = e^{(-0,0489t)}$$

Екі жақтың натурал логарифмін алсақ, бізде:

$$\ln(0,1) = -0,0489t$$

$$t = \ln(0,1) / -0,0489 \text{ [1]}$$

t мәнін есептей отырып, табамыз:

$$t \approx 45,72 \text{ минут [1]}$$

[6 балл]

### 7-тапсырма.

		A	G	T	C	C
	0	-2	-4	-6	-8	-10
A	-2	1	← -1	← -3	← -5	← -7
C	-4	↑ -1	0	← -2	-2	← -4
T	-6	↑ -3	↑ -2	1	← -1	← -3
G	-8	↑ -5	↑ -2	↑ -1	0	← -2
A	-10	↑ -7	↑ -4	↑ -3	↑ -2	-1

[Барлығы немесе ештеңе 4 балл]

### 8-тапсырма.

А) Жиенінде миопия (миопия) болғандықтан, біз ( - ) теріс белгісі бар (f) аламыз. [0.5]

1) Оқу көзілдірігі: (біз жақын орналасу нүктесінің қашықтығын қолданамыз; сурет ойдан шығарылған)

$$d = 0.18 - 0.02\text{m} = 0.16\text{m}$$

$$f = -(0.14\text{ m} - 0.02\text{m}) = -0.12\text{m [1]}$$

$$1/0.16 + (-1/0.12) = -2.083 \text{ дптр [1]}$$

Оқу көзілдірігінің оптикалық күші = -2.083 дптр

Ескерту. Көз бен линза арасындағы қашықтықты ескеру маңызды. Онсыз ол басқа мағынаға ие болар еді.

2) Алысқа арналған көзілдірік: (қашықтықты орналастыру нүктесімен қолданыңыз)

$d = \infty = (0)$  ретінде алыңыз

$$f = -(0.2 \text{ m} - 0.02 \text{ m}) = -0.18 \text{ m} \quad [1]$$

$$1/0 + (-1/0.18) = -5.556 \text{ дптр} \quad [1]$$

Дәлі үшін көзілдіріктің оптикалық күші = -5.556 дптр

В) диффузиялық линзалар [1]

С) 1-С

2-Е

3-Б

4-А

5-Д

[әр дұрыс жауап үшін 0,5 балл]

[8 балл]

## 9-тапсырма.

1) Қышқыл гидролизі пептидті аминқышқылдарына ыдыратады. [0,5]

Карбоксипептидазаның ыдырауының көмегімен пептидтің С ұшын – Asp. [0,5]

DNFB бөлінуін пайдалана отырып, біз пептидтің N-терминусын тани аламыз - Ала. [0,5]

Цианоген бромидінің бөлінуі (С-терминусын Met пептидінен ажыратады [0,25]) және одан әрі DNFB және карбоксипептидазамен ыдыраудың көмегімен біз мынаны анықтай аламыз:

Ала - ( Gly, Glu, Val ) - Met - Val - ( Gly 2, Val ) - Asp [0,5]

Термолизин пептидті гидрофобты аминқышқылдарының N-терминусынан ажыратады. [0,25] Келтірілген деректерге сүйене отырып, келесі қорытынды жасауға болады:

Ала - (Глю, Гли) - Вал - Мет - Вал - Гли - Гли - Вал - Асп [0,5]

2) Барлық рК аминқышқылдарын өсу ретімен бояймыз:

Жақшада рК интервалындағы пептид заряды:

(+1) —2,1—(0)---3,9 —(-1) ---4,3—(-2) —9,7 —(-3)

$$pI = 2,1 + 3,9 / 2 = 3 \quad [1]$$

pH=2,5 кезінде пептидтің заряды (0) болады, сондықтан препарат асқазанда сіңеді.

Жауабы: pI = 3; Иә, ол сіңеді. [1]

3) Кестеге сәйкес біз табамыз:

$$1/ V_0 = 2 \times 10^{-3} \text{ mM} \implies V_{\text{max}} = 500 \text{ mM} \quad [0,5]$$

$$1/ S = 0,17 \text{ mM} \implies K_m = 5,88 \text{ mM} \quad [0,5]$$

Ингибиторсыз:

$$V_0 = 3,6 \text{ мм} \times 500 \text{ мм} / 3,6 \text{ мм} + 5,88 \text{ мм} = 1800 \text{ мм} / 9,48 \text{ мм} = 189,87 \text{ мм} \text{ [1]}$$

Ингибитормен:

$$a = 1 + (1,44 \times 10^{-4} \text{ нМ}) / (2,4 \times 10^{-4} \text{ мМ}) = 1 + 0,6 = 1,6 \text{ [0,5]}$$

$$V_0 = (3,6 \text{ мм} \times 500 \text{ мм}) / (5,88 \times 1,6) + 3,6 = 1800 / 13,008 = 138,376 \text{ мМ} \text{ [0,5]}$$

$$(138,376 \text{ мМ} / 189,87) \times 100\% = 72,88\% \text{ [0,5]}$$

$$100\% - 72,88\% = 27,12\% \text{ [0,5]}$$

Ол ингибиторды қосу арқылы алынады, реакция жылдамдығы 27,12% төмендейді.

4) Мәтінде мойын омыртқасының ауру белгілері (мойын остеохондрозы) сипатталған. [1]

[10 балл]

### 10-тапсырма.

$$A) AA, Aa = 821$$

$$aa = 83$$

Аллель жиілігін табыңыз (a):

$$821 + 83 = 904$$

$$83/904 = 0,1$$

$$0,1 = 0,316$$

$$a = 0,316 \text{ [1]}$$

Көк түске жауапты аллельдің жиілігін табу керек:

$$1 - 0,316 = 0,684$$

$$A = 0,684 \text{ (таңдау алдында)}$$

$$s = 0,95 \text{ (өлім)}$$

Таңдау ==> көк түс (Aa, AA). Біз формуланы қолданамыз: (басым қасиет үшін таңдау)

$$p_1 = p(1-s) / 1-s+(q^2) = 0,684(1-0,95) / 1-0,95+ (0,95 \times (0,316^2)) = 0,0342 / 0,1448 = 0,236 \text{ [1]}$$

$$\text{Таңдаудан кейінгі аллель жиілігі (A)} = 0,236$$

В) Басқа популяциядағы аллель жиілігін табыңыз:

$$AA, Aa = 1408$$

$$aa = 28$$

$$a = 0,14 \text{ [0,125]}$$

$$A = 0,86 \text{ [0,125]}$$

$$m = 1 - 0,43 = 0,57 \text{ [1]}$$

$$t = 7 \text{ (ұрпақтар)}$$

Біз тасымалдау формуласын қолданамыз:

$$P_t = (1 - m)^t \times (p_0 - P) + P \text{ [1]}$$

$$P = \text{Пикачу аралында тұратын популяциядағы аллель жиіліктері (A)}. \text{ [0,25]}$$

$$p_0 = \text{Хендерсон аралында тұратын популяциядағы аллель жиіліктері (A)}. \text{ [0,25]}$$

$$P_t = \text{Хендерсон аралында тұратын популяциядағы аллель жиілігі (A)}.$$

көші-қонның 7-ші буынынан кейін. **[0,25]**

$$P_7 = ( ( 1 - 0,57 )^7 \times ( 0,236 - 0,86 ) ) + 0,86 = ( ( 2,718 \times 10^{-3} ) \times ( -0,624 ) ) + 0,86 = 0,858 \quad \mathbf{[1]}$$

Миграцияның 7 буынынан кейінгі аллель жиілігі (A) = 0,858. **[1]**

Бізге рецессивті аллельдің жиілігін табу ұсынылды:

$$1 - 0,858 = 0,142 \quad \mathbf{[1]}$$

$$a = 0,142$$

**[8 балл]**