

# УЛСЫН БИОЛОГИЙН ОЛИМПИАДЫН ХОЁРЫН ДАВАА (АЙМАГ·ДҮҮРЭГ)

## БАГШ

2024 оны 12-р сарын 14

Нийт оноо: **60**

Үргэлжлэх хугацаа: **120 минут**

**Тайлбар:** Асуулт хуудас болон хариултын хуудсаа нийлүүлж үдэхгүй!!!  
Хариулт хуудсан дээрээ хариулж хураалгана.

1. Онолын шалгалтын “А” хэсэг нь асуултыг “Үнэн эсвэл Худал” гэж хариулах нөхцөлт асуулт (**нийт 37.5 оноо**).

“Үнэн эсвэл Худал” нөхцөлт асуултад өгөх оноо:

- Дөрвөн асуултад бүгдийг зөв хариулсан бол **1.5 оноо**
- Гурван асуултад зөв хариулсан бол **0.9 оноо**
- Хоёр асуултад зөв хариулсан бол **0.3 оноо**
- Нэг асуултад зөв хариулсан тохиолдолд **0 оноо** байна.

\*Зөв хариултаа зөвхөн “А” хэсгийн хариултын хуудас дээр Үнэн бол “О”, Худал бол “Х” гэж тэмдэглэн хариулна. Өөр тэмдэглэгээ ашигласан тохиолдолд тооцохгүй.

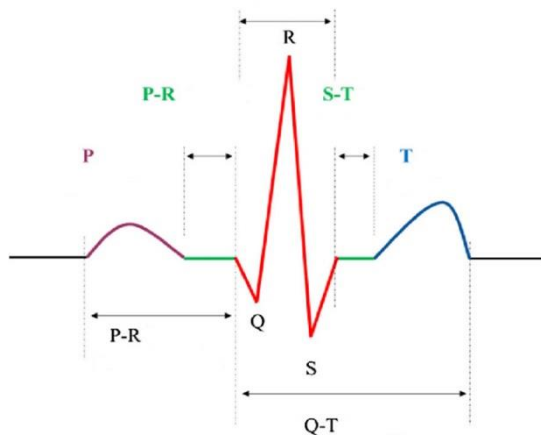
2. “Б” хэсэг нь “Даалгавар” (**нийт 22.5 оноо**) ба зөв хариултаа “Б хэсгийн хариултын хуудас” дээр хариулна.
3. Зөвхөн “Хариултын хуудас” дээр бичсэн хариултыг шалгаж оноо өгнө гэдгийг анхаарна уу!

**Амжилт хүсье!**

## “А” хэсэг. Үнэн (О) эсвэл Худал (Х)

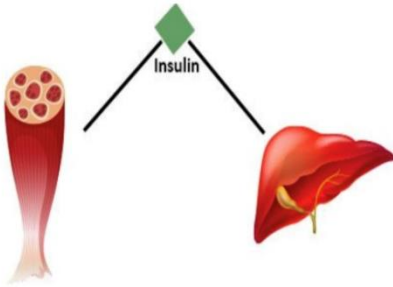
1. Эукариот эсийн амьсгалын талаарх тодорхойлолтуудын аль нь Үнэн эсвэл Худал болохыг тодорхойл.
  - А. Митохондрид явагдах бөгөөд энд амьсгалын процессд оролцдог ферментүүд байдаг.
  - В. Цитоплазмд явагдах бөгөөд 4 үе шаттай.
  - С. Цитозольд гликолизын процесс, митохондрид пируват, Кребсийн цикл ба исэлдэн-фосфоржилт явагдах гэсэн 4 үе шаттай.
  - Д. Эндоплазмын торлогт гликолизын процесс, митохондрид пируват, Кребсийн цикл ба исэлдэн-фосфоржилт явагдах гэсэн 4 үе шаттай.
2. Сүүний пептидүүдийн ангиотензин хувиргах энзим (АСЕ)-ийн саатуулагч байдлаар үйлчлэх шинж чанарыг ашиглах дараах нөхцлүүдийн аль нь Үнэн эсвэл Худал болохыг тодорхойл.
  - А. Дархлааны системийн үйл ажиллагааг зохицуулах.
  - В. Цусны даралтыг бууруулах.
  - С. Цусан дахь холестерин хэмжээг бууруулах.
  - Д. Ясны сийрэгжилтийг бууруулах.
3. Байгаль дахь азотын эргэлтэнд бичил биетнүүд аммиакийг нитрат, нитрит болгон исэлдүүлдэг дараах замуудын аль нь Үнэн эсвэл Худал болохыг тодорхойл.
  - А. Азот шингээх
  - В. Нитрофикаци
  - С. Аммонификаци
  - Д. Денитрофикаци
4. Архей ба бактерийн эсүүд нь эсийн хана, эсийн мембран, нуклеоид, рибосом байх ба ихэнхдээ капсул, туг, шилбүүртэй бөгөөд химийн найрлагын хувьд өөр өөр байна. Дараах ойлголтуудын аль нь Үнэн эсвэл Худал болохыг тодорхойл.
  - А. Бактерийн плазм мембраны липидүүд нь тосны хүчил бол архейн хувьд фитанил бүлгүүд байдаг.
  - В. Бактер нь 70S рибосом агуулдаг бол Архей нь 80S рибосом агуулдаг.
  - С. Архей ба бактерийн эсүүд нь эсийн хана, эсийн мембран, бөөмийн мембран, рибосомтой байна.
  - Д. Бактерийн плазм мембраны липидүүд нь фитанил бүлгүүд бол архейн хувьд плазма мембраны липидүүд нь тосны хүчил байдаг.
5. Фотоамьсгалд оролцдог органоидуудын аль нь Үнэн эсвэл Худал болохыг нэрлээрэй.
  - А. Хлоропласт
  - В. Пероксисом
  - С. Гольджийн аппарат
  - Д. Лизосом
6. Зохицуулгын дараах үйлдлүүд дотроос үндэсний үзүүрт хамаарах үйлдлийн аль нь Үнэн эсвэл Худал болохыг тодорхойл.
  - А. Камбий үүсэх, түүний үйл ажиллагаанд нөлөөлөх
  - В. Үндэс уртасах ба түүний тропизм
  - С. Навчны хөгшрөлтийг зохицуулах
  - Д. Навчны өсөлт ба тэжээл

7. Нэг бодгаль ургамал дээрх навчис гэрлийн хүртээмжээс шалтгаалан гадаад, дотоод бүтцийн хувьд ялгаатай байж болно. Сүүдэрсэг ба гэрэлсэг навчны онцлогийг харьцуулсан дараах нөхцлүүд Үнэн эсвэл Худал болохыг тодорхойл.
- A. Сүүдэр талын навч гэрлийн хангамж дутмаг тул наран талын навчнаас хэмжээгээр том байна.
- B. Сүүдэр талын навчинд тусах гэрлийн эрчим сул тул үслэг багатай байна.
- C. Гэрэлтэй талын навч хангалттай их фотосинтез явуулах тул хлоропластын агууламж бага байна.
- D. Гэрэлтэй талын навчны мезофиллийн давхарга цөөн тул навч нимгэн байна.
8. Түүхэн хөгжлийн явцад ургамлын ургах орчны онцлогоос хамааран навчинд олон янзын зохилдолгоо хөгжсөн. Үүний улмаас зарим навч **дүрс хувирсан** байх бөгөөд эдгээр навчны бүтэц, үүргийг тодорхойлсон дараах нөхцлүүд Үнэн эсвэл Худал болохыг тодорхойл.
- A. Суккулент ургамлын навчны хлоренхимийн зарим эсүүд том вакуольтой байдаг нь ус нөөцлөхөд зохилдсон.
- B. Сонгинолог ишт ургамлын шүүслэг зузаан навч их хэмжээний нүүрс-ус нөөцөлж, дараа жилийн эрчимтэй ургалтдаа хэрэглэнэ.
- C. Цалам болж дүрс хувирсан навч тулгуур биеийг ороож авах үүрэгтэй. Тиймээс маш уян хатан байх шаардлагатай тул склеренхим, колленхим эд хөгждөггүй.
- D. Шавьж барих аппарат болж дүрс хувирсан навч бүхий ургамал фотосинтез явуулах чадвараа бүрэн алдсан байдаг.
9. Зүрхний булчингийн сэрлийн үед эсүүдийн гадаргуу дээр (-) потенциал үүснэ. Энэ потенциалыг арьсан дээр электрод байрлуулан бичлэг хийж болно. Потенциалын өөрчлөлтийг шүдлэг бүхий схем зургаар илэрхийлдэг байна.



- A. P нь зүрхний тосгуурын булчингаар үйлчлэлийн потенциал тархах процессыг илтгэнэ
- B. PQ нь сэрлийн импульс атриовентрикуляр зангилаа, Гисийн багц, Пуркинегийн ширхэгээр дамжин ховдлын булчингийн ширхэгт хүрэх хугацааг заана
- C. QRS нь сэрлийн импульс ховдлын булчингаар нэлэнхүйд нь тархах хугацааг илэрхийлнэ
- D. ST- миокард бүхэлдээ сэрэлд автсан байгааг илтгэнэ.

10. Инсулины элэг болон булчингийн эсэд үзүүлэх нөлөөний талаарх хариултуудын аль нь Үнэн (O) эсвэл Худал (X) болохыг тодорхойл

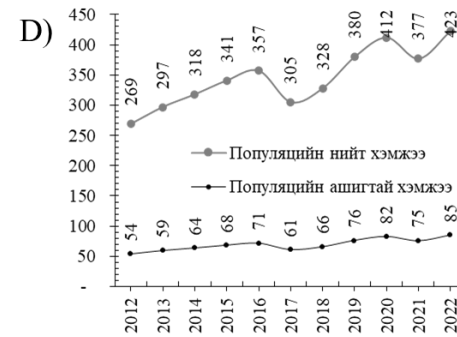
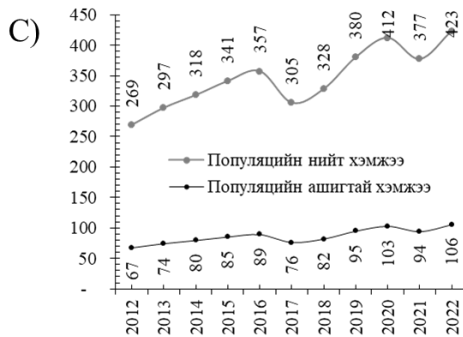
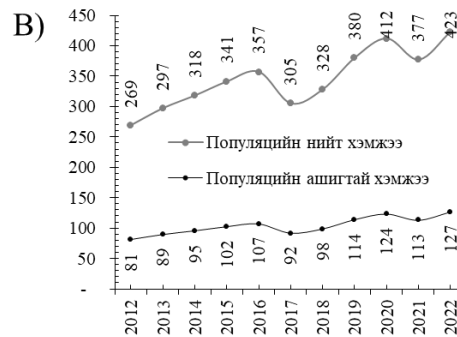
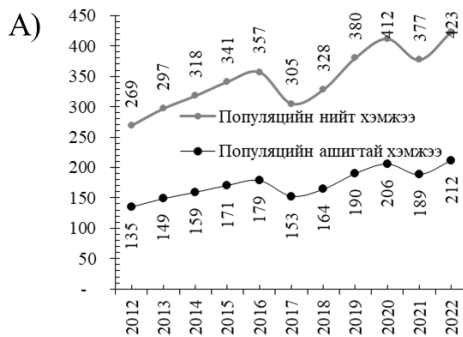


- A. Элгэнд инсулин нь гликогенийг глюкоз болгон задлахад цусан дахь глюкозын хэмжээ ихэсдэг  
 B. Инсулин нь элгэнд гликогенезийн процессыг саатуулж, нүүрс-усны бус эх үүсвэрээс глюкоз үүсэхээс сэргийлдэг.  
 C. Инсулин нь булчингийн эсэд гликолизын процессыг эрчимжүүлж, глюкозыг задлан энерги үүсгэнэ  
 D. Өлсөх буюу мацаг барих үед цусан дахь глюкозын хэмжээг нэмэгдүүлэхийн тулд инсулин нь булчингийн эсэд хуримтлагдсан глюкоз чөлөөлөгдөхийг зохицуулдаг.

11. Эволюцын явцад дөрвөн мөчтөн амьтдын усан орчноос хамааралтай байдлыг бууруулж, хуурай газрыг эзлэн тархахад хүргэсэн хамгийн дэвшилтэт зохилдлогооны дараах шинж тэмдгүүдийн Үнэн эсвэл Худал болохыг тодорхойл.

- A. Эр, эм амьтад усан орчинд зэрэг түрсээ шахаж, гадаад үр тогтолтоор үрждэг  
 B. Үр хөврөлийг дотроо агуулж, доргилтыг шингээх үүрэгтэй шингэнээр хүрээлүүлэн, хатахаас сэргийлсэн амнион бүрхүүл бүхий өндөгтэй  
 C. Эволюцийн явцад амьтад үүдэн шүд, соёо шүд, урд араа, жинхэнэ араа буюу үүргийн хувьд ялгаран хөгжсөн шүдний бүтэцтэй болсон.  
 D. Уудам орон зайд нүүж, шилжих замаар идэш тэжээлийн хомсдолоос зайлсхийж, мэнд үлдэлтээ дэмждэг.

12. Амьтдын популяцид үржилд орж, өөрийн генийг үе удамдаа үлдээж буй бодгалийн тоо ( $N_e$ ) нь нийт бодгалийн тоо ( $N$ )-ноос ихэвчлэн цөөн байх бөгөөд үүнийг “популяцийн ашигтай хэмжээ” гэдэг. Сүлалгааны үр дүнд популяцийн  $\frac{1}{4}$  нь үржилд орсныг илэрхийлсэн дараах графикуудын аль нь Үнэн эсвэл Худал болохыг тодорхойл.



13. Доорх хүснэгтэд нэг локус, хоёр аллель бүхий популяцийн генотипийн давтамж, генотипүүдийн харьцангуй зохилдох чадварыг үзүүлээ.

	Генотип		
	$A_1A_1$	$A_1A_2$	$A_2A_2$
Генотипийн давтамж	$p^2 = 0.36$	$2pq = 0.48$	$q^2 = 0.16$
Харьцангуй зохилдох чадвар	$W_{11} = 0$	$W_{12} = 0.4$	$W_{22} = 1$

Дараах нөхцөлүүд Үнэн эсвэл Худал эсэхийг тодорхойл.

- A. Уг популяцийн дундаж зохилдох чадвар 0.35 байна.
- B. Байгалийн шалгарлын дүнд нэг үе удмын дараах популяцийн дундаж зохилдох чадвар нэмэгдсэн байна.
- C. Нэг үе удмын дараа байгалийн шалгарлын үр дүнд  $A_1A_2$  генотипийн давтамж 0.4 болно.
- D. Нэг үе удмын дараа байгалийн шалгарлын үр дүнд  $p$  аллелийн давтамж 0.2,  $q$  аллелийн давтамж 0.8 болж өөрчлөгдөнө.
14. Судлаачид хүйтэнд тэсвэртэй ургамлын гений экспресс болон эволюцийн дарамтыг тодорхойлох судалгаанд ашигласан 3 генийн мэдээллийг хүснэгтээр үзүүлэв.

Генийн нэр	Дарааллын урт	Дарааллын төсөөтэй байдал	Утгатай мутаци (dN)	Утгагүй мутаци (dS)
HSP70	1500 хн	95%	10	20
CBF3	1200 хн	85%	30	10
RUBISCO Activase	1800 хн	90%	15	15

Дараах нөхцөлүүд Үнэн эсвэл Худал эсэхийг тодорхойл.

- A. CBF3 ген нь эерэг шалгаралд орсон.
- B. HSP70 ген нь эерэг шалгаралд орсон.
- C. RUBISCO Activase ген хамгийн их сөрөг шалгаралд орсон.
- D. CBF3 ген нь хүйтэнд тэсвэртэй байдалд чухал үүрэгтэй.
15. Сурагчид булчингийн агшилтын үе дэх кальцийн ионы концентрацийг хэмжсэн үр дүнг хүснэгтээр үзүүлэв.

Кальцийн ионы концентраци (μM)	Агшилтын хүч (мН)
0	0
10	50
50	200
100	400
200	450
300	460

Дараах нөхцөлүүд Үнэн эсвэл Худал эсэхийг тодорхойл.

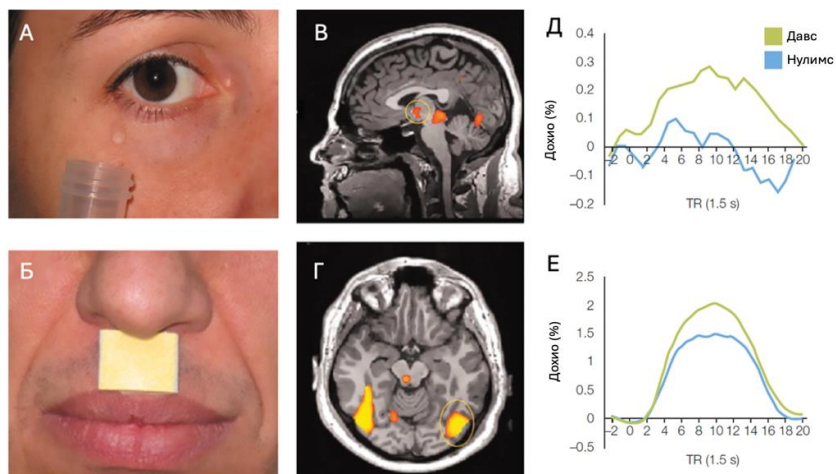
- A. Кальцийн ионы концентраци нэмэгдэх тусам агшилтын хүч буурна.
- B. Энэ туршилтаар хамгийн их агшилтын хүч 460 мН байна.
- C. Кальцийн ионы хэмжээ нэмэгдэхэд агшилтын хүч хоёр дахин нэмэгдэнэ.
- D. Кальцийн ионы концентраци өндөр байх үед агшилтын хүч тогтворждог.

16. Мэдрэлийн импульсийн дамжуулалт нь нейротрансмиттерүүдийн үүрэгтэй холбоотой. Дараах хүснэгтэд синапс дахь нейротрансмиттерүүдийн концентрацийн үзүүлсэн нөлөөний туршилтын үр дүнг үзүүлэв:

Нейротрансмиттер	Концентрацийн өөрчлөлт	Үр дүн
Глутамат	Өсөх	Синапсийн дамжуулалт эрчимжсэн
Гамма аминобутират	Багасах	Синапсийн дамжуулалт саатсан
Серотонин	Өсөх	Синапсийн дамжуулалт саатсан
Допамин	Багасах	Синапсийн дамжуулалт саатсан

Дараах нөхцөлүүд Үнэн эсвэл Худал эсэхийг тодорхойл.

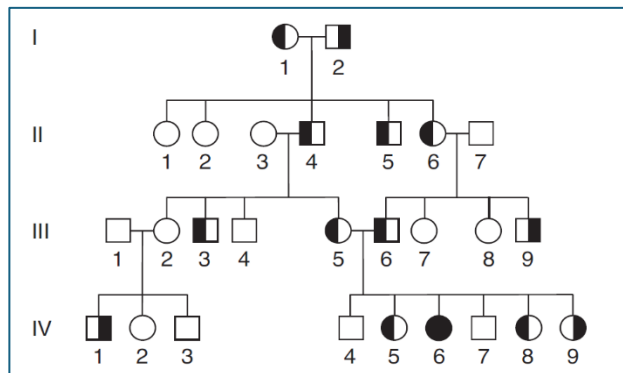
- A. Глутамат нь төв мэдрэлийн системийн өдөөгч нейротрансмиттер.  
 B. Гамма аминобутирийн хүчил нь саатуулагч нейротрансмиттер.  
 C. Серотонин нь төв мэдрэлийн системийн саатуулагч нейротрансмиттер.  
 D. Допамин нь төв мэдрэлийн системийн саатуулагч болдог.
17. Н. Собел нарын судлаачид хүний сэтгэл хөдлөлийн үеийн нулимс нь зовлон шаналалтай холбоотой химийн дохиог агуулдаг эсэхийг судлахаар “донор эмэгтэйчүүдэд” гунигтай кино үзэхдээ уйлсан жинхэнэ нулимсыг цуглуулан (А), физиологийн (хяналт) уусмал хоёрыг эрэгтэй оролцогчдод үнэртүүлсэн (Б) байна (Зураг А, Б). Дээрх хоёр дээж үнэргүй тул сэтгэл хөдлөлийн нулимс эсвэл физиологийн уусмал эсэхийг ялгахгүй байгааг тогтоожээ. Харин эрчүүдэд сэтгэл хөдөлгөм кино үзэх үед нь нулимс болон давсны уусмалыг үнэртүүлсний дараа зан төлөв, тархины үйл ажиллагаанд өөр өөр нөлөө үзүүлсэн байна. Зураг В, Г, Д, Е-д тархины идэвхжлийг соронзон резонансийн томографийн аргаар судласан үр дүнг үзүүлжээ.



Дараах нөхцөлүүд Үнэн эсвэл Худал эсэхийг тодорхойл.

- A. Нулимс болон давсны уусмал хоёр үнэрлэхэд ялгаатай.  
 B. Нулимс нь бэлгийн сэрэл, тестостероны түвшин, тархины үйл ажиллагааг бууруулж болзошгүй.  
 C. Сэтгэл хөдлөлийн нулимс нь бусдын хандлага, тархины үйл ажиллагаанд нөлөөлж, сэтгэлийн түгшүүрийг дамжуулах үггүй дохио болох боломжтой.  
 D. Нулимс үнэртсэний дараа гипоталамус (харааны төвгөр) болон бэлгийн сэрэлтэй холбоотой бүсийн үйл ажиллагаа буурсан.

18. Доорх ургийн модоор ховор тохиолддог нүдний болор цайх ба өнчин тархины дварфизм гэсэн 2 өвчний удамшлыг харуулжээ. Нүдний болор цайх өвчний фенотипийг зүүн тал нь хагас будагдсанаар дүрсэлсэн бол өнчин тархины дварфизмын фенотипыг баруун тал нь хагас будагдсанаар дүрслэв. Бүтэн будагдсан нь энэ 2 өвчний шинж зэрэг илрэхийг тэмдэглэв.



Дараах нөхцөлүүдийн Үнэн эсвэл Худал болохыг тодорхойл.

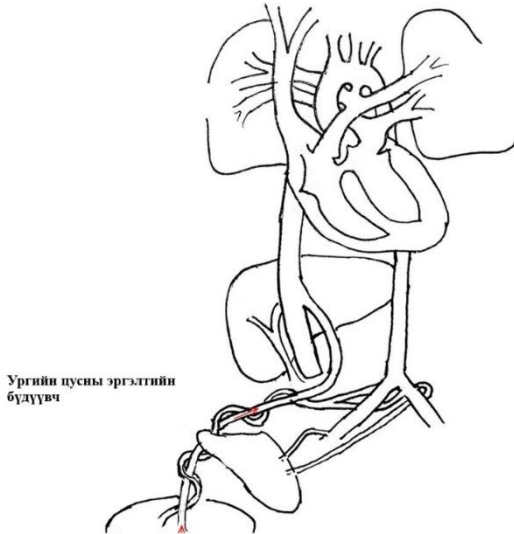
- A. Хамгийн төгс хувилбараар үзвэл нүдний болор цайх өвчин нь аутосомын доминант, өнчин тархины дварфизм нь аутосомын рецессив хэлбэрээр удамшдаг.
- B. Нүдний болор цайх өвчний мутацаар III-3, III-5, III-6 бүгд гомозигот бол өнчин тархины дварфизмын мутацаар III-9 нь гетерозигот.
- C. Хэрэв IV-1 ба IV-5 гэр бүл больё гэж төсөөлвөл анхны хүүхэд нь нүдний болор цайх өвчтэй байх магадлал 12,66 % байна.
- D. IV-5 нь уг 2 өвчний мутацуудын аль алианаар нь гетерозигот.
19. Доорх хүснэгтэд бүлгэмдлийн сукцессийн Марковын загварт хэрэглэгдэх шилжилтийн матрицыг харуулав. Энд, нэг хугацааны алхамд бүлгэмдлийн нэг төлөв байдлаас нөгөөд шилжих магадлалууд өгөгдсөн. Нэг хугацааны алхмын дараах төлөв байдал нь зөвхөн одоогийн хугацаан дахь төлөв байдлаас хамаардаг, өнгөрсөн хугацааны чиг хандлагаас хамаардаггүй процессыг Марковын процесс гэдэг.  $t$  хугацаанд манай бүлгэмдэлд 250 хоосон амьдрах орчны хэсэг, 100 үетэнт хэсэг, 80 сөөгт хэсэг, 70 ойт хэсэг байсан гэж төсөөл.

		$t$ хугацаан дахь үе шатууд			
		Хоосон хэсэг	Үетэнт хэсэг	Сөөгт хэсэг	Ойт хэсэг
$t + 1$ хугацаан дахь үе шатууд	Хоосон хэсэг	0.65	0.23	0.25	0.40
	Үетэнт хэсэг	0.15	0.70	0.25	0.10
	Сөөгт хэсэг	0.00	0.07	0.25	0.15
	Ойт хэсэг	0.20	0.00	0.25	0.35

Дараах нөхцөлүүдийн Үнэн эсвэл Худал болохыг тодорхойл.

- A. Хугацааны нэг алхмын дараах бүлгэмдэлд хоосон хэсгийн тоо 233.5 болсон байна.
- B. Хугацааны нэг алхмын дараах бүлгэмдэлд үетэнт хэсгийн тоо 70 болсон байна.
- C. Ой байгаагүй газарт шинээр ойт хэсгүүд бий болох үйл явц зөвхөн үетэнт хэсгээс шилжих шилжилтээр явагддаг.
- D. Хугацааны олон алхмын дараа энэ бүлгэмдэлд тэнцвэр тогтох бөгөөд уг бүлгэмдэлд хоосон хэсгийн тоо давамгайлсан байна.

20. Ургийн цусны эргэлт насанд хүрсэн хүний цусны эргэлттэй нэлээд төстэй боловч бага эргэлт нээгдээгүйтэй холбоотой үйл ажиллагааны хувьд өвөрмөц бүтцүүдтэй байдаг. Ураг бүрэлдсэн үед эхэсээс ирж буй хүйн вен Аранциевийн цоргоор элэг рүү орж эхээсээ хүчилтөрөгч, шим тэжээлээ аваад доод хөндийн венд цутгана.



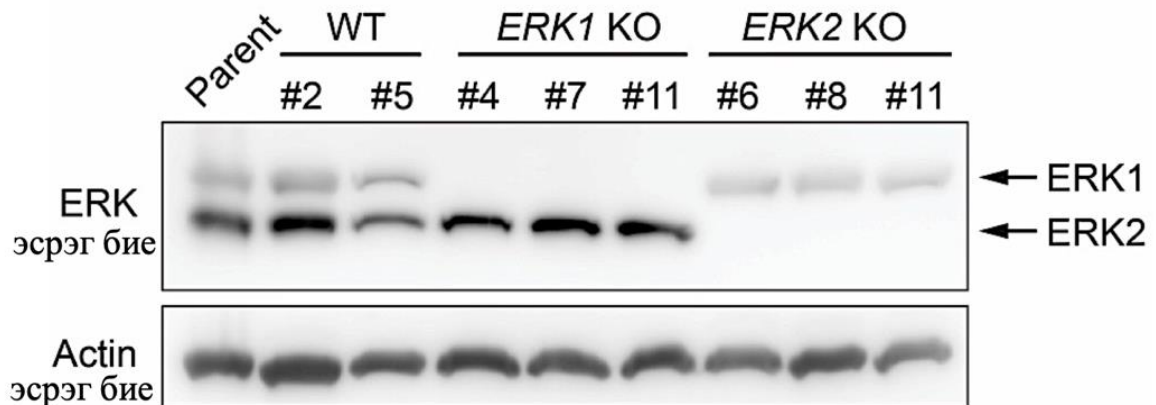
Дараах нөхцөлүүд Үнэн эсвэл Худал болохыг тодорхойл.

- A. Зүүн ховдолд зөвхөн артерийн цус байна.
- B. Дээд хөндийн венд венийн цус байна.
- C. Гол судсанд артери болон венийн холилдсон цус байна.
- D. Баруун тосгуурт артери болон венийн холилдсон цус байна.

21. Вакциныг хэрэглэхэд хүний бие махбодид явагдах дараах урвалуудын аль нь Үнэн эсвэл Худал болохыг тодорхойл.

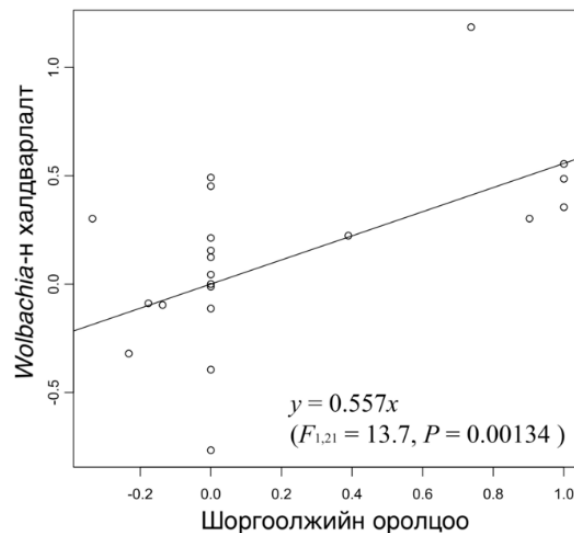
- A. Өвөрмөц макрофаг эсийг идэвхжүүлнэ.
- B. Өвөрмөц бус Т, В лимфоцит эс нийлэгжиж, IgD эсрэгбие нийлэгжинэ.
- C. Өвөрмөц Т, В лимфоцит эс нийлэгжиж, IgG эсрэгбие нийлэгжинэ.
- D. Салстын хамгаалах урвал идэвхжээнийг FcRn IgG илэрснээр тодорхойлно.

22. Судлаачид эсийн хуваагдалд чухал үүрэгтэй оролцдог ERK 1 ба 2 уургийн үүргийг судлах зорилгоор туршилт хийв. Энэхүү туршилтад CRISPR-CAS9 систем ашиглан тухайн уургуудыг кодлогч генүүдийн экзон дээр мутаци үүсгэжээ. ERK 1 ба 2 уургуудыг нэг өвөрмөц эсрэг бие ашиглан вестернблотын аргаар илүүлэх боломжтой бөгөөд үр дүнг дараах зурагт харуулжээ. Дараах нөхцөлүүд Үнэн эсвэл Худал болохыг тодорхойл.





- A. #4, #7 болон #11-р колониуд ERK 1 ген ажиллагаагүй болсон ба ERK 2 уураг нь ERK 1 уургаас массаараа их байна.
- B. #6, #8 болон #11-р колониуд ERK 2 ген ажиллагаагүй болсон ба ERK 1 уураг нь ERK 2 уургаас массаараа их биш.
- C. #2, #5 болон #7-р колониуд ERK 2 ген ажиллагаатай ба ERK 1 уураг нь ERK 2 уургаас массаараа их байна.
- D. #6, #8 болон #11-р колониуд ERK 1 ген ажиллагаагүй болсон ба ERK 1 уураг нь ERK 2 уургаас массаараа их байна.
23. Хүний улаан эсийн талаарх дараах тодорхойлолтуудын Үнэн эсвэл Худал болохыг тодорхойл.
- A. Бөөм, рибосом, эндоплазмын торлог, митохондри, гольджийн комплекс зэрэг эрхтэнцэрүүд үгүй болсноор илүү их гемоглобин агуулах боломжтой болсон.
- B. Чөмгөнд үүсэхдээ бөөмтэй байх боловч ялгаран хөгжих явцад бөөмгүй болдог тул эукариот эс биш.
- C. Эсийн хэлбэр хоёр талаасаа хүнхэр болсноор хүчил төрөгчийг шингээж авах гадаргуу нэмэгдсэн.
- D. Эсийн мембран илүү нимгэн болсон.
24. Шоргоолж нь ургамлын бөөсийг махчин шавьжнаас хамгаалж, ургамлын бөөсний хуримтлуулсан цэцгийн балыг авдаг харилцан үйлчлэлтэй. Ургамлын бөөсний популяци *Wolbachia* төрлийн бактериар халдварлагдах нь элбэг. Судлаачид ургамлын бөөсний популяцид *Wolbachia*-ийн халдварлалтыг судалсан үр дүнг доорх зурагт үзүүлэв.



**Зураг.** Ургамлын бөөст *Wolbachia*-ийн халдварлалт ба шоргоолжны оролцооны хамаарал

- Судалгааны үр дүнгийн талаарх дараах нөхцөлүүд Үнэн эсвэл Худал болохыг тодорхойл.
- A. Шоргоолж ба ургамлын бөөс хоорондоо мутуалист харилцаатай.
- B. *Wolbachia* ургамлын бөөст хөнөөлгүй байж болно.
- C. *Wolbachia*-ийн халдварлах эрчим нь шоргоолжтой үед хамаагүй өндөр байна.
- D. *Wolbachia* хамгаалагч шоргоолжинд халдварладаг.

25. Эрдэмтэд эсийн митоз хуваагдлын метафазын шатанд хромосомууд эсийн төвөөс салбарласан микротубул утаслагтай зөв байрлалаар холбогдсон эсэхийг хянадаг молекул процесс болох spindle assembly checkpoint (SAC)-ийн талаар судалгаа хийсэн бөгөөд дэвшилтэт техникүүдийг ашиглан эсүүдийн зургийг авч, дараах үр дүнд хүрсэн:

I. Хяналтын эсүүдийн хувьд SAC хэвийн ажиллаж, хромосомууд салахад ямар нэгэн алдаа үүсээгүй.

II. Туршилтын А бүлгийн эсүүдэд эмийн тусламжтайгаар SAC-ийг сонгомлоор дарангуйлахад зарим эсүүдэд хромосомууд зөв салж чадахгүй байв.

III. Туршилтын Б бүлгийн эсүүдэд, кохезин уургуудыг (систер хроматидуудыг ДНХ-ийн репликацийн дараа хамт байлгаж, зөв салгах үүрэгтэй уураг) метафазын шатны өмнө эмийн бодисын тусламжтайгаар задлахад, ихэнх эсүүдийн хромосомууд зөв салж чадахгүй байв.

Сонирхолтой нь, туршилтын А бүлгийн эсүүд цаашид хуваагдаж байсан бол, туршилтын Б бүлгийн эсүүдэд ноцтой геномын тогтворгүй байдал үүсэж, эсүүд үхэх эсвэл хөгшрөлтийн (senescence) төлөвт шилжиж байв.

Дээрх туршилтын үр дүнд үндэслэн дараах нөхцлүүд Үнэн эсвэл Худал болохыг тодорхойлно уу.

A. Хромосомуудын салах үйл явцад SAC нь кохезин уураг бүрэн үйлчилж байхад оролцохгүй.

B. Эсэд тодорхой хромосомууд зөв салж чадахгүй байх алдаа гарах нь үргэлж эсийн үхэлд хүргэхгүй бөгөөд анеплоид эсүүд үүсгэх байдлаар эсүүд амьд үлдэж болдог.

C. Кохезин уургийн задралаас үүдэлтэй их хэмжээгээр хромосомууд зөв салж чадахгүй байх алдаа нь геномын тогтворгүй байдал үүсгэж, улмаар эсүүдийг үхүүлэх эсвэл хөгшрөлтийн төлөвт шилжүүлдэг.

D. Туршилтын Б бүлгийн эсүүдэд SAC ажиллахгүй тохиолдолд анафазын өмнө хромосомууд зөв салж чадахгүй байх алдааг засах боломжтой.

## “Б” хэсэг. Задгай даалгавар

**Бодолт, хариултыг заавал хариултын хуудсанд бичнэ үү. Асуултын хуудсанд бичсэн хариултыг тооцохгүй.**

1. *CFTR* (Cystic Fibrosis Transmembrane Conductance Regulator) ген нь хлорын ионы сувгийн уургийг кодлодог бөгөөд уургийн хэвийн үйл ажиллагаа нь уушги, нойр булчирхай, хоол боловсруулах зам зэрэг эрхтэнүүдийн *салстын* зохицуулалтад чухал үүрэгтэй. *CFTR* гений мутаци нь хлорын ионы сувгийн үйл ажиллагааг алдагдуулж, цистик фиброз (ЦФ) өвчнийг үүсгэдэг. Дараах хүснэгтэд судалгааны багийн *CFTR* гентэй холбоотой өвчтөнүүдийн мутацийн шинжилгээний үр дүнг харуулав. (нийт 10.5 оноо)

**Хүснэгт 1.** Өвчтөнүүдийн генотип, фенотип ба хлорын түвшин.

Өвчтөн №	Мутацийн төрөл	Генотип	ЦФ-ийн шинж тэмдэг	Хлорын түвшин (ммоль/л)
1	ΔF508	ΔF508/ΔF508	Хүнд хэлбэр	110
2	ΔF508	ΔF508/G542X	Дунд хэлбэр	95
3	G551D	G551D/ΔF508	Хөнгөн хэлбэр	65
4	G551D	G551D/G542X	Хөнгөн хэлбэр	60
5	R117H	R117H/ΔF508	Хөнгөн хэлбэр	45

- I. Уг өвчний үед хлорын ионыг биеийн аль шингэнд хэмжсэн бэ? Зөв хариултыг сонго. (1 оноо)  
 А. Цус      В. Шээс      С. Шүлс      **D. Хөлс**
- II. Мутацийн (ΔF508, G542X, G551D, R117H) төрлүүдийг Хүснэгт 2-ийн [a] багананд бич. (1 оноо)
- III. Эрүүл болон мутацитай аллелийн амин хүчлийн нэрийг Хүснэгт 2-ийн харгалзан [b ба c] багананд бичнэ үү. Мутацид орсон амин хүчлийн байрлалыг Хүснэгт 2-ийн [d] багананд бич. (3 оноо)
- IV. Эрүүл аллелийн амин хүчлийн гурван үсгийн тэмдэглэгээг Хүснэгт 2-ийн [e] баганын нүдэнд бич. (1 оноо)
- V. (G551D/F508) генотиптэй тээгч хүн болон (CF/cf) тээгч генотиптэй хүнтэй гэр бүл болсон тохиолдолд тэдний хүүхэд [I] Цистик фиброзтой, [II] Цистик фиброзын тээгч, [III] эрүүл байх генотипийн хувилбаруудыг болон магадлалыг хувиар тооцоолж Хүснэгт 3-т бичнэ үү. (4.5 оноо)

**Хүснэгт 2.** II-IV асуултын хариултыг бөглөх хэсэг.

cf	a	b	c	d	e
ΔF508					
G542X					
G551D					
R117H					

**Хүснэгт 3.** V асуултын хариултыг бөглөх хэсэг.

		Генотип	Магадлал (%)
I	Цистик фиброзтой		
II	Цистик фиброзын тээгч		
III	Эрүүл		

2. *Streptococcus pyogenes*-ээс гаргаж авсан Cas9 уураг нь 20 нуклеотид урттай хөтлөгч РНХ (guideRNA)-ийн тусламжтайгаар, ДНХ-ийн зорилтот дарааллыг таньж комплементарар холбогдон 5'-NGG-3' (Proto Spacer Motif) байрлалын өмнөх гурван нуклеотидын урдуур давхар гинжийг хэрчдэг (схем зурагт үзүүлэв). Энд N нь дурын нуклеотидийг илэрхийлнэ. Харин хэрчигдсэн гинж дахин нийлж засагдах үед төрөл бүрийн инсерт эсвэл делеци оруулж мутаци үүсэх, мөн уг генийг ажиллагаагүй болгох гэх мэт олон боломжтой. Энэ энзимийн хоёр каталитик домейны нэгийг үйл ажиллагаагүй болгосон мутант никаза Cas9 энзим зөвхөн нэг гинжийг хэрчих чадвартай байдаг. ()



**X генийн дарааллын хэсэг:**

5'-ATGCCGTGCCTCG T CGTGCTACTTGCAGCCCTCGCTCTCTCC CA CGCCA  
GCAAGACTCTGAGAAAAGCGCGTGCGATCACCACGATCCCTCTGCACAAAG  
GTGAACGAGCGTGCGCTCCTCGACGACTTTCT GCAGAGACAACAGTATGCC-3'

**Асуулт:**

1. X генийг хэрчихэд тохирох хөтлөгч РНХ-ийг зохиож **Хүснэгт 1**-ийн [A] мөрөнд харгалзах мэдээллийг нөхнө үү! (**3 оноо**)
2. Тухайн хөтлөгч РНХ-тэй комплементар гинжийн мэдээллийг **Хүснэгт 1**-ийн [B] мөрөнд нөхөж бичнэ үү! (**3 оноо**)
3. Cas9 болон никаза CAS9 хоёрын тухай **Хүснэгт 2**-ийг нөхөж бичнэ үү! (**1 оноо**)

**Хариулт:**

**Хүснэгт 1.** [A] болон [B] мөрний дарааллыг олж бичсэн тохиолдолд тус бүр 1 оноо. Харин урт, A%, T%, G%, C% -ийн утгуудыг олсон тохиолдолд тус бүр 0.2 оноо (нийт 4 оноо).

	Нуклеотидын дараалал 5'-3'	Урт (х.н)	A%	T%	G%	C%
A						
B						

**Хүснэгт 2.** Үйл ажиллагааг үнэлэх хүснэгт. Энд нэг нүдийг зөв бөглөсөн тохиолдолд 0.25 оноо ба нийт 1 оноо.

Шинжилгээний талбар	Давхар гинжийг хэрчдэг (CRISPR-Cas9)	Дан гинжийг хэрчдэг (Никаза Cas9)
Алдааны гаргах боломжийг “ <b>их</b> ” эсвэл “ <b>бага</b> ”-аар хурьцуулан үнэл		
Нарийвчлал буюу найдвартай ажиллагааг “ <b>их</b> ” эсвэл “ <b>бага</b> ”-аар хурьцуулан үнэл		

**3. Усны чанарын биологийн судалгаа (нийт 5 оноо):** Сүүлийн жилүүдэд хүний үйл ажиллагааны сөрөг нөлөөллөөс үүдэн Сэлбэ голын усны бохирдол Улаанбаатар хотын байгаль орчны анхаарал татсан асуудлын нэг болж байна. Усны сээрнуруугүйтэн нь олон төрөл зүйлтэй, хол нүүдэл хийдэггүй, авгалдай хөгжлийн шатандаа усанд удаан хугацаагаар амьдардаг зэрэг онцлогтой тул усны чанарын индикатор болгон түгээмэл ашиглагддаг. Усны сээрнуруугүйтэн амьтдын тодорхой чанар найрлага бүхий усанд амьдрах чадвар буюу тэсвэрлэх чадварын утга ( $t_i$ )-ийг ашиглан биотик индекс (BI)-ийг дараах томъёогоор тооцож, усны чанарыг үнэлдэг:

$$(BI) = \sum \left( \frac{x_i \cdot t_i}{n} \right)$$

Энд, BI-биотик индекс,  $x_i$ -бодгалийн тоо,  $t_i$ - тэсвэрлэх чадварын утга, n-дээж дэх нийт бодгалийн тоо

### Хүснэгт 1. Усны чанарын үнэлгээ.

Усны чанарын ангилал	Биотик индекс (BI)
Маш цэвэр	<4.18
Цэвэр	4.17-5.09
Бага бохирдсон	5.10-5.91
Бохир	5.92-7.05
Маш бохир	>7.05

### **Нөхцөл**

Сурагчид 2024 оны 6 сард Сэлбэ голын эхээс адаг руу 4 цэгээс (SH, SA, EM, OL) 30x30 см<sup>2</sup>-ийн хэмжээтэй усны тор ашиглан усны сэрнууруугүйтний дээж авч, тодорхойлсон үр дүнг хүснэгт 1-5-д өгчээ. Өгөгдлүүдийг ашиглан зүйлийн баялаг, биотик индексийг (BI) тодорхойлж, график байгуулж, асуултад хариулна уу (тус бүр 0.25 оноо нийт 9 оноо).

**Жич:** Бөглөх шаардлагагүй нүднүүд саарал өнгөөр тэмдэглэгдсэн болно.

### **Тооцоолол**

**Хүснэгт 2.** SH цэг (зөв хариулт бүр 0.05 оноо, **нийт 0.5 оноо**).

Усны сэрнууруугүйтэн	Бодгалийн тоо	t <sub>i</sub>	t <sub>i</sub> бодолт
Ephemeroptera	56	4	
Trichoptera	8	3	
Chironomidae	18	6	
Oligochaeta	8	8	
Plecoptera	0	0	
<b>Нийт</b>			
Зүйлийн баялаг			
Биотик индекс (BI)			
Усны чанарын ангилал			

**Хүснэгт 3.** SA цэг (зөв хариулт бүр 0.05 оноо, **нийт 0.5 оноо**).

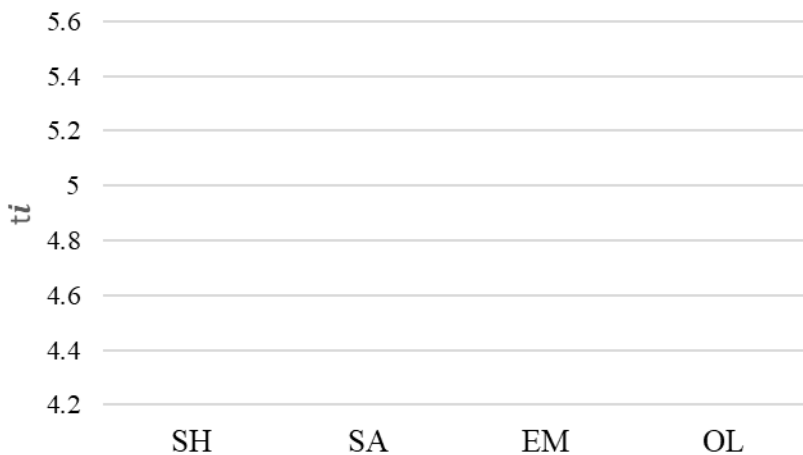
Усны сэрнууруугүйтэн	Бодгалийн тоо	t <sub>i</sub>	t <sub>i</sub> бодолт
Ephemeroptera	18	4	
Trichoptera	8	3	
Chironomidae	13	6	
Oligochaeta	12	8	
Plecoptera	1	0	
<b>Нийт</b>			
Зүйлийн баялаг			
Биотик индекс (BI)			
Усны чанарын ангилал			

**Хүснэгт 4.** EM цэг (зөв хариулт бүр 0.05 оноо, нийт 0.5 оноо).

Усны сэрнүүргүйтэн	Бодгалийн тоо	$t_i$	$t_i$ бодолт
Ephemeroptera	41	4	
Trichoptera	0	3	
Chironomidae	55	6	
Oligochaeta	2	8	
Plecoptera	0	0	
<b>Нийт</b>			
Зүйлийн баялаг			
Биотик индекс (BI)			
Усны чанарын ангилал			

**Хүснэгт 5.** OL цэг (зөв хариулт бүр 0.05 оноо, нийт 0.5 оноо).

Усны сэрнүүргүйтэн	Бодгалийн тоо	$t_i$	$t_i$ бодолт
Ephemeroptera	5	4	
Trichoptera	1	3	
Chironomidae	15	6	
Oligochaeta	0	8	
Plecoptera	0	0	
<b>Нийт</b>			
Зүйлийн баялаг			
Биотик индекс (BI)			
Усны чанарын ангилал			



**График 1.** Сэлбэ голын судалгааны цэгүүд дэх биотик индексийн харьцуулалт (Зөв тэмдэглэгдсэн цэг бүр 0.25 оноо, нийт 1 оноо.)

### Усны чанарын биологийн судалгаа асуулт

Дээрх үр дүнг ашиглан дараах асуултуудад (1-5)-ын зөв хариултыг сонго уу (тус бүр 0.4 оноо, нийт 2 оноо).

- 3.1. Дээрх графикийг ашиглан дүгнэвэл:
  - A. Голын эхээс адаг руу бохирдол багасах хандлагатай байна.
  - B. Голын эхээс адаг руу бохирдол нэмэгдэх хандлагатай байна.
  - C. Голын эхээс адаг руу бохирдлын хэмжээ ижил байна.
  - D. Ямар нэгэн хандлага байхгүй.
- 3.2. Chironomidae-ийг усны бохирдлыг тодорхойлох судалгаанд ашиглахад хүргэдэг амьдралын эргэлтийн онцлог юу вэ?
  - A. Ёроолын хурдсанд амьдрах хөгжлийн харьцангуй богино шаттай.
  - B. Харьцангуй удаан бие гүйцсэн шаттай.
  - C. Ёроолын хурдсанд амьдрах хөгжлийн харьцангуй урт шаттай.
  - D. Харьцангуй урт амьдралын эргэлттэй.
- 3.3. Дараах шавьжуудаас аль нь цэвэр усыг илүү шүтэж амьдардаг вэ?
  - A. Ephemeroptera
  - B. Plecoptera
  - C. Trichoptera
  - D. Oligochaeta
- 3.4. Усны шавьжийн амьсгалын эрхтнийг нэрлэнэ үү.
  - A. Уушги
  - B. Заламгай
  - C. Биеийн гадаргуу
  - D. Хийт цуух
- 3.5. Chironomidae шавьжийн амьдралын эргэлтийг тэмдэглэнэ үү.
  - A. Өндөг-авгалдай
  - B. Өндөг-авгалдай-хүүхэлдэй
  - C. Өндөг-авгалдай-бие гүйцсэн
  - D. Өндөг-авгалдай-хүүхэлдэй-бие гүйцсэн