

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

**ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ВЕТЕРИНАРНОЇ
МЕДИЦИНИ ТА БІОТЕХНОЛОГІЙ ІМЕНІ С.З. ГЖИЦЬКОГО**

Кафедра генетики і розведення тварин

КРОПИВКА Ю.Г., БОДНАРУК В.Є., ЖМУР А.Й.

**ГРУПИ КРОВІ І БІОХІМІЧНИЙ ПОЛІМОРФІЗМ
БІЛКІВ ТА ЇХ ВИКОРИСТАННЯ В СЕЛЕКЦІЇ
СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ ТВАРИН І ПТИЦІ**

ЛЬВІВ – 2021

УДК: 636.082.575(075).

У методичній розробці дається визначення таких імуногенетичних показників, як група крові, антиген, антитіло, генетична система груп крові, фенотип крові, тип крові, біохімічний поліморфізм білків і ферментів та характер їх успадкування. З'ясовано можливість використання груп крові і поліморфних білкових систем, як генетичних маркерів для уточнення походження племінних тварин. Наведено задачі, розв'язання яких дасть здобувачу вищої освіти набути певні фахові навички з уточнення походження племінних тварин, реконструкції генотипу вибувчих племінних тварин шляхом використання імуногенетичних маркерів.

Рецензент завідувач кафедри технології виробництва та переробки продукції тваринництва, доктор сільськогосподарських наук, професор Шаловило С.Г.

Методична розробка проведення лабораторного заняття на тему: «Групи крові і біохімічний поліморфізм білків та їх використання в селекції сільськогосподарських тварин і птиці» зі здобувачів вищої освіти спеціальності 204 – «Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва» ОПП «Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва» і ОПП «Зоофізіотерапія» та спеціальності 211 – «Ветеринарна медицини» ОПП «Ветеринарна медицина»

Методична розробка лабораторного заняття

на тему: «Групи крові і біохімічний поліморфізм білків та їх використання в селекції сільськогосподарських тварин і птиці»

Мета заняття: вивчення та засвоєння здобувачами вищої освіти основних понять імуногенетики, ознайомлення з номенклатурою груп крові свійських тварин. Оволодіння методом уточнення походження племінних тварин, зокрема великої рогатої худоби, свиней на основі генетичної експертизи за групами крові і біохімічним поліморфізмом білків крові. Оволодіння також методом реконструкції генотипу вибувших племінних тварин, особливо плідників.

Теоретичне обґрунтування. В останні роки бурхливо розвивається новий напрямок генетики, який одержав назву імуногенетика. Назву імуногенетика цьому напрямку дав у 1948 році вчений Ірвін, який намагався об'єднати в цьому напрямку імунологічні і генетичні методи дослідження.

Імунологія – це наука, яка вивчає захисні функції організму, зокрема процес утворення антитіл у відповідь на введення в організм чужеродних білкових речовин антигенів. У результаті стикання антитіл з відповідними антигенами можуть відбуватися реакції аглютинації, лізиса, преципітації.

Зародження імуногенетики пов'язане в першу чергу з відкриттям груп крові у людей. Зокрема, у 1900 році К. Ландштейнером було відкрито перші три групи крові у людей, які позначили як 0, А, В групи крові. У 1907 році Я.Янський відкрив в людей групу крові АВ. Вказані групи крові в медичній практиці позначаються як I, II, III і IV групи. З'ясувалося, що в людей в системі груп крові АВ0 алель А і В є домінантними, а алель 0 рецесивною. Алелі групи крові АВ успадковуються кодомінантно. Тому в людей чотири фенотипи груп крові відповідають шести генотипам.

Крім вказаних груп крові в людей відкрито ще одну групу крові, яку назвали резус-фактором і позначили символом Rh. Встановлено, що резус позитивний фактор (Rh+) – домінантний фактор, резус негативний (Rh-) – рецесивний фактор.

Групи крові і біохімічний поліморфізм білків – один з важливих розділів імуногенетики. Вони є генетичними похідними певних генів. Групою крові називають певний антиген або парні їх сполучення, які передаються нащадкам, як спадкові одиниці – гени. Їх визначають на основі серологічних реакцій між двома видами білків – антигеном і антитілом. Сукупність антигенів, які детермінуються алелями одного локусу хромосом називається генетичною системою груп крові. Сума всіх генетичних систем груп крові однієї особини називають типом крові.

Групи крові визначають на основі використання спеціально приготовлених імунологічних сироваток. Їх одержують шляхом ізо – і гетероімунізації. Така сироватка крові має декілька антитіл. Для одержання моноспецифічної сироватки її обробляють певними антигенами, які знімають зайві антитіла. Така сироватка називається реагентом. Групи крові детермінуються генами, що локалізовані в автосомах і успадковуються кодомінантно.

Антитіла – це білкові сполуки, як правило гамаглобуліни (імуноглобуліни), які утворюються в сироватці крові, а також в кістковому мозку, селезінці. Антитіла, які утворюються в період ембріонального розвитку називаються природніми, а які утворюються в організмі у відповідь на введення антигенів називаються імунними. Антигени розміщені на поверхні еритроцитів, антитіла в сироватці крові.

Імуногенетична символіка позначення груп крові тварин поки що не уніфікована та продовжує удосконалюватися. Тому для різних видів тварин вона має свої особливості у позначенні генетичних систем і груп крові. Так, у великої рогатої худоби генетичні системи позначаються великими буквами латинського алфавіту (A, B, C, D), а групи крові великими буквами латинського алфавіту з надстроковими і підстроковими цифровими індексами (A^1 , B_2 , C^1 , D_1) або буквенними індексами ($B^{B^1C^1}$). Генотип тварин записують через косу вертикальну лінію (A_1/B_2). У свиней генетичні системи позначають великими буквами латинського алфавіту, а антигени малими буквами (Fa). Можливі генотипи за цим антигеном позначають так: Fa/Fa – гомозигота, Fa/F – гетерозигота.

Антигени деяких систем груп крові успадковуються разом з покоління у покоління в певних комбінаціях. Така комбінація антигенів називається феногрупою. Наприклад, у свиней генетична система E має 16 антигенів. У цій системі виявлена феногрупа Eedq, яка детермінується алелями Ee, Ed, Eq. Фенотип за алелями цієї феногрупи записують так Eedq, а генотип—Eedq / Eedq.

У великої рогатої худоби в генетичній системі B виявлено 16 антигенів, які успадковуються комплексно. Зокрема антигени B₁, B₂, C₁, K₁ можуть бути в таких комбінаціях B¹C¹, B²C¹K¹. Алелі цієї феногрупи можна записати так B^{B1C1}; B^{B2C1K1}.

В імуногенетиці тварин, крім груп крові, використовують біохімічний поліморфізм білків крові, молока, тканин тварин, яєць птиці. Поліморфні білкові системи визначають шляхом електрофорезу білків в крохмальному і поліакриламідному гелях. Принципова основа методу електрофорезу заключається в тому, що в електричному полі різні фракції білків в залежності від поверхневої щільності, заряду та молекулярної маси будуть рухатися з різною швидкістю до аноду, а інколи і до катоду. У свійських тварин виявлено біохімічний поліморфізм за такими білками, як гемоглобін, альбумін, преальбумін, постальбумін, гаптоглобін, трансферин, церулоплазмін, і ферментами амілазою, лужною фосфатазою, карбоангідразою, β-казеїном і β-лактоглобуліном молока. Біохімічні поліморфні типи білків прийнято також позначати латинською буквенною символікою. Кожна група білків має свій локус, де повторні мутації утворюють серію множинних алелів. Наприклад, у локусі трансферину спочатку було виявлено такі його типи: A, B, D, E, C. Алелі трансферинового локусу записують так: Tf^A, Tf^B, Tf^C, а генотипи записують так: Tf^A/Tf^B, Tf^A/Tf^E. Поліморфні білкові системи успадковуються кодомінантно, та детермінуються генами, що знаходяться в автосомах.

Групи крові і поліморфні білки об'єднуються під назвою «генетичні маркери», оскільки їх фенотип є прямим відображенням їх генотипу. Генетичні маркери використовуються сьогодні в селекційно – племінній роботі і ветеринарній практиці з метою контролю походження тварин, з'ясування генетичної структури популяцій, виявлення зв'язків між окремими генотипами

груп крові, поліморфних білків і продуктивністю тварин, стійкістю до окремих захворювань та відтворювальною здатністю.

Імуногенетична експертиза правильності запису походження тварин свідчить, що в окремих стадах великої рогатої худоби має місце неточність запису походження тварин. Помилки складають 10 – 30%. Причина – це неправильний запис походження при осіменінні, не своєчасна нумерація (мічення) молодняка, втрати номерів (бирок), неправильне їх читання, осіменіння маток в одну охоту сім'ям двох плідників.

Процес контролю походження тварин проводять шляхом порівняння груп крові або типів поліморфних білкових систем нащадків і їх батьків. При встановленні батьківства за антигенним складом крові, або поліморфними білками необхідно враховувати наступне:

1. Нащадки повинні мати такі антигени або поліморфні білки, які є хоча б у одного з батьків;
2. Антигени або поліморфні білки, які є в матері не можуть бути використанні для з'ясування батька нащадка;
3. Для виявлення дійсного батька необхідно брати лише того з них, у якого є антигени або поліморфні білки нащадка, які відсутні у матері.

Методика виконання типового завдання.

Одним з головних завдань практичного використання груп крові, біохімічного поліморфізму білків – це контроль походження тварин, який є найбільш поширений в світовій практиці, методом генетичної експертизи походження. Проведення генетичної експертизи достовірності походження тварин можна проводити, як за групами крові так і за поліморфними білковими системами. Її можна проводити за одним, або за багатьма локусами. Однак найкращі результати одержують тоді, коли генетичну експертизу проводять одночасно з урахуванням груп крові і біохімічних поліморфних білкових систем. Основна мета лабораторного заняття – оволодіння студентами методикою проведення генетичної експертизи правильності запису походження тварин на основі груп крові і біохімічного поліморфізму білків.

Спочатку розглянемо приклад проведення генетичної експертизи уточнення походження тварин на основі груп крові свиней. На свинофермі свинаматка №352 великої білої породи була спарована в одну охоту двома кнурами №125 і №625. З цього опоросу для вирощування на плем'я було відібрано 6 свинок, яких тестували за групами крові. За групами крові тестували і їх передбачуваних батьків. Використовуючи дані про групи крові проведемо генетичну експертизу і з'ясуємо батька кожної з відібраної свинок, враховуючи результати тестування наведені в таблиці.

Результати тестування батьків і їх нащадків за групами крові.

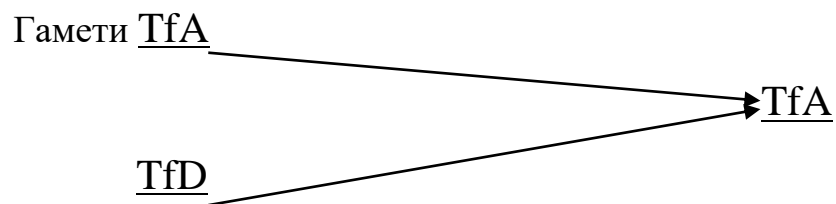
Номера тварин	Антигени											
	A _c	E _a	E _e	E _q	E _h	E _f	F _a	G _b	H _a	H _b	K _a	K _b
Батьки												
352	+	+			+					+		+
125		+	+	+	+		+		+			+
625	+			+	+	+		+		+		
Нащадки												
1001	+			+	+	+		+		+		
1002			+	+	+		+		+			+
1003	+	+		+	+	+		+		+		
1004		+	+	+	+		+			+		+
1005		+			+							+
1006			+	+	+		+			+		

Спочатку з аналізу виключаємо антигени A_c E_a E_h H_b K_b, що є в матері, E_q E_h, що є в обох передбачених батьків і K_a, що відсутні у всіх тварин. Подальший аналіз показує, що свинки №1002 і №1004 антигени E_e, F_a, H_a успадкували від кнура №125. Свинка №1006 від цього ж кнура успадкувала антигени E_e і F_a. Отже для цих свинок він є батьком. Свинки №1001 і №1003 успадкували антигени E_f і G_b від кнура № 625 для яких він є батьком. Відносно свинки №1005 за результатами визначення антигенних факторів походження по

батьківській лінії встановити не можливо. Для цього доцільно крім антигенних факторів враховувати типи окремих поліморфних білкових систем.

Розглянемо приклад використання типів трансферину для уточнення походження племінних тварин, зокрема великої рогатої худоби. Необхідно уточнити походження по батьківській лінії бичка Азарта 134 української чорно – рябої молочної породи, якого відібрано для вирощування на елевєрі від корови – рекордистки Астри 149. За даними племінного обліку господарства, батьком цього бичка є Март 44. На основі проведеного тестування сироватки крові взятого від цих тварин виявлено у матері корови Астри 149 тип трансферину Tf^A/Tf^D , бичка Азарта 134 - Tf^A/Tf^E , а в передбаченого батька – бугая Марта 44 - Tf^A/Tf^A . Складемо схему схрещування:

$$P \quad \text{♀} \quad \frac{TfA}{TfD} \quad \times \quad \text{♂} \quad \frac{TfA}{TfA}$$



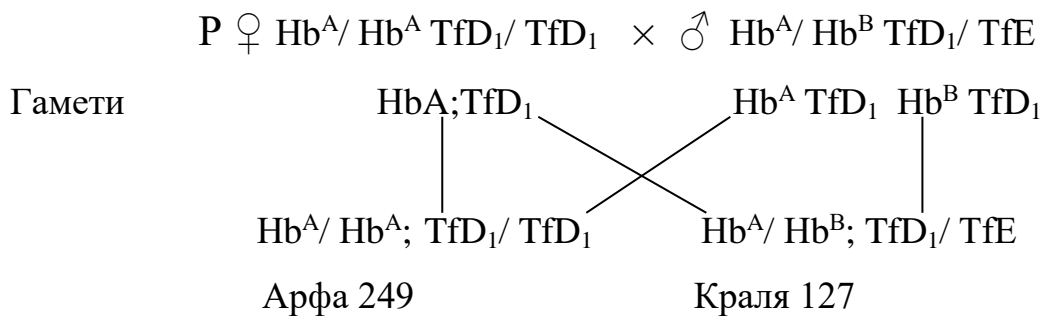
$$F_1 \quad \frac{TfA}{TfA} \quad \frac{TfA}{TfD}$$

Як видно з наведеної схеми, при всіх можливих комбінаціях у жодного з нащадків немає тварин з типом трансферину Tf^A/Tf^E . Це дає підставу стверджувати, що запис походження бичка Азарта 134 по батьківській лінії є помилковим.

Крім генетичної експертизи походження, проведемо реконструювання генотипу ви-бувшого бугая Вірного 342 симентальської породи на основі генотипів гемоглобіну і трансферину його дочок та їх матерів :

Родинні особини	Кличка і номер тварини	Генотипи	
		Гемоглобіну	Трансферину
Мати	Мрія 89	Hb ^A / Hb ^A	TfD ₁ / TfD ₁
Дочка	Краля 127	Hb ^A / Hb ^B	TfD ₁ / TfE
Дочка	Арфа 249	Hb ^A / Hb ^A	TfD ₁ / TfD ₁

Складемо схему схрещування :



Самостійна робота студентів.

Завдання 1. Використовуючи дані наведені в додатках методичної розробки, а також підручниках дайте імуногенетичну характеристику окремих видів сільськогосподарських тварин і птиці за схемою наведеною в таблиці.

Імуногенетична характеристика окремих видів сільськогосподарських тварин і птиці

Вид тварин і птиці	Кількість генетичних систем груп крові	Перелік систем груп крові	Кількість вивчених антигенних факторів
Велика рогата худоба			
Свині			
Вівці			
Коні			
Кури			

Висновок.

Завдання 2. Використовуючи дані наведені в додатках методичної розробки, а також підручниках дайте кількісну характеристику біохімічного поліморфізму білків крові тканин і молока сільськогосподарських тварин за схемою наведеною в таблиці.

Біохімічні поліморфні системи білків і ферментів крові та білків молока
свійських тварин

Поліморфні білкові системи	Символ локусу	Велика рогата худоба	Свині	Вівці	Коні
		Кількість алелів			
Гемоглобін	Hb				
Альбумін	Alb				
Преальбумін	Pr				
Постальбумін	Pa				
Гаптоглобулін	Hp				
Трансферин	Tf				
Церулоплазмін	Cp				
Амілаза	Am				
Лужна фосфатаза	F				
Карбоангідраза	Ca				
β -лактоглобулін	β -Lg				
β -казеїн	β -Cn				

Висновок.

Завдання 3. Розв'язування задач з імуногенетики.

Задача 1. У матері перша група крові, а у батька третя. Чи можуть діти успадковувати групу крові своєї матері?

Задача 2. У матері третя група крові, а в батька четверта. Визначте можливі групи крові дітей, якщо відомо, що алель А і В домінує над алелем О, а тип АВ успадковується за типом кодомінування?

Задача 3. У хлопчика перша група крові, а в його сестри третя. Яка група крові була у їх батьків?

Задача 4. Від двох баранів каракульської породи першого з генотипом A_mA/V , другого – A_mC/C одержано 150 нащадків з генотипами A_mA/V – 15, A_mA/C – 9, A_mB/V – 27, A_mB/C – 66, A_mC/C – 30. Чи можна визначити батьків нащадків цих баранів?

Задача 5. У батька четверта група крові і негативний резус фактор, мати має третю групу крові і позитивний резус - фактор. Батько матері – резус-негативний з першою групою крові. В даній сім'ї є двоє дітей, одна дитина є резус-негативна з третьою групою крові, друга – резус-позитивна з першою групою крові. Який генотип цих дітей?

Задача 6. Батьки мають другу і третю групи крові. Які групи крові можуть бути в їх дітей?

Задача 7. Синтез білка трансферину в європейських порід свиней детермінується двома алелями Tf^A і Tf^B , гаптоглобіну чотирма алелями Hr^0 , Hr^1 , Hr^2 , Hr^3 . Визначте генотип за цими поліморфними білками нащадків при таких схрещуваннях:

1. $Tf^A/Tf^B Hr^0/Hr^1 \times Tf^A/Tf^B Hr^2/Hr^2$
2. $Tf^A/Tf^A Hr^0/Hr^2 \times Tf^A/Tf^B Hr^2/Hr^2$

Задача 8. Білок трансферин у свиней детермінується двома кодомінантними генами Tf^A і Tf^B . Які типи цього білка будуть у гібридів першого покоління при схрещуванні батьківських особин з такими типами трансферину:

1. $Tf^A/Tf^A \times Tf^A/Tf^B$
2. $Tf^A/Tf^B \times Tf^A/Tf$

Задача 9. Змішаною спермою двох бугаїв з типом трансферину Tf^E/Tf^E і Tf^E/Tf^D осіменено корову з типом трансферину Tf^A/Tf^E . Від цього осіменіння

народилася теличка з типом трансферину Tf^A/Tf^D . як можна встановити походження цієї телички?

Задача 10. Спермою бугая з генотипом Tf^A/Tf^D осіменено корови з генотипом Tf^A/Tf^A ; Tf^D/Tf^D ; Tf^D/Tf^C і лише в одному випадку було запліднення корови, від якої одержано телят з генотипом Tf^D/Tf^D . Вкажіть генотипи матері цього теляти.

Задача 11. Поліморфізм ферменту амілази детермінується трьома аутосомними кодомінантними алелями: Am^a , Am^b , Am^c . Визначте можливі генотипи при таких схрещуваннях:

$$Am^a/Am^b \times Am^b/Am^b$$

$$Am^b/Am^c \times Am^c/Am^c$$

$$Am^b/Am^b \times Am^c/Am^c$$

Задача 12. Змішаною спермою двох бугаїв з генотипом трансферину Tf^A/Tf^A і Tf^D/Tf^C осіменено корову з генотипом трансферину Tf^D/Tf^C . Генотип теляти, що народилося Tf^A/Tf^C . Хто може бути батьком цього теляти?

Задача 13. Змішаною спермою двох бугаїв з генотипом гемоглобіну Hb^A/Hb^A і Hb^B/Hb^B було осіменено корову з генотипом гемоглобіну Hb^B/Hb^C . Генотип теляти, що народилося Hb^A/Hb^C . Хто може бути батьком цього теляти?

Задача 14. Змішаною спермою двох кнурів великої білої породи Драчуна 145 з генотипом трансферину Tf^A/Tf^A і Дельфіна 23 з генотипом Tf^B/Tf^B було осіменено свиноматку з генотипом Tf^A/Tf^B . За опорос народилося 11 поросят, з них з генотипом трансферину Tf^A/Tf^A – 4 голови, Tf^B/Tf^B – 3 голови Tf^A/Tf^B – 4 голови. Котрі серед них поросята є нащадками Драчуна 145, а котрі Дельфіна 23? У яких поросят не можна встановити батька?

Задача 15. Для оцінки генотипу кнура Радеха 185 з генотипом трансферину Tf^B/Tf^B методом контрольної відгодівлі його нащадків, від трьох свиноматок з генотипом трансферину Tf^B/Tf^B , Tf^A/Tf^B , Tf^B/Tf^B відібрано 12 поросят. Серед них 4 голови з гени пом трансферину Tf^A/Tf^B , 6 голів з

генотипом Tf^B/Tf^B і 2 голови з генотипом Tf^A/Tf^A . Які з цих поросят відібрано помилково?

Задача 16. Для оцінки генотипу кнура Бойкого 45 з генотипом трансферину Tf^A/Tf^A методом контрольної відгодівлі його нащадків, від трьох свиноматок з генотипами трансферину Tf^A/Tf^A , Tf^A/Tf^B , Tf^A/Tf^A відібрано 12 поросят. Серед них 4 голови з генотипом трансферину Tf^A/Tf^A , 5 голів з генотипом Tf^A/Tf^B і 3 голови з генотипом Tf^B/Tf^B . Які з цих поросят відібрано помилково?

Задача 17. Проведіть реконструювання генотипу вибракування бугая Вірного 342 симентальської породи на основі генотипів гемоглобіну і трансферину його дочок та їх матері:

Родинні особи	Кличка і номер тварини	Генотипи	
		Гемоглобіну	Трансферину
Мати	Мрія 89	Hb^A/Hb^A	TfD_1/TfD_1
Дочка	Краля 127	Hb^A/Hb^B	TfD_1/TfE
Дочка	Арфа 249	Hb^A/Hb^A	TfD_1/TfD_1

Задача 18. Проведіть реконструювання генотипу вибракування бугая Марта 671 чорно - рябої породи на основі генотипів трансферину і амілази його дочок та їх матері:

Родинні особи	Кличка і номер тварини	Генотипи	
		Гемоглобіну	Трансферину
Мати	Арія 392	TE/TE	A^B/A^B
Дочка	Лиса 106	TA/TE	A^B/A^C
Дочка	Калина 186	TE/TE	A^B/A^B

Задача 19. На племінній фермі великої рогатої худоби симентальської породи на основі даних племінного обліку було відібрано від рекордисток за молочою продуктивністю корови Астри 45 бички Атома 185 корови Квітки 89, бичка Ворона 244 для вирощування на елеварі племінного підприємства. Батьком цих бичків є бугай Явір 456. При тестуванні вказаних тварин за ттипами гемоглобіну і трансферину одержано такі результати: бугай Явір 456 Hb^A/Hb^A , Tf^A/Tf^D ; корова Астра 45 Hb^B/Hb^B ,

Tf^D/Tf^D; корова Квітка 89 Hb^A/ Hb^A, Tf^A/Tf^E; бичок Атом 185 Hb^A/ Hb^A, Tf^A/Tf^E, бичок Ворон 244 Hb^A/ Hb^A, Tf^D/Tf^E. З'ясуйте, яку помилку допущено при доборі на плем'я цих бичків?

Задача 20. Від двох баранів каракульської породи, першого з генотипом амілази Am^A/Am^B, другого – Am^C/Am^C, одержано 150 нащадків з такими генотипами: Am^A/Am^A – 3 голови, Am^A/Am^B – 15 голів, Am^A/Am^C – 9 голів, Am^B/Am^B – 27 голів, Am^B/Am^C – 66 голів і Am^C/Am^C – 30 голів. З'ясуйте, чи можна серед цього поголів'я визначити нащадків обох баранів?

Задача 21. Необхідно уточнити походження по батьку нащадків двох бугаїв швіцької породи за типами гемоглобіну (Hb), трансферину (Tf), карбоангідрази (Ca). Матері цих нащадків вибули зі стада. В результаті проведеного тестування одержано такі дані:

	Поліморні білки		
	Hb	Tf	Ca
Батько 716	A/B	Д/Е	F/S
Нашадок 78	B/A	Е/А	S/S
Нашадок 280	A/B	Д/А	F/F
Батько 2612	A/B	Д/А	F/S
Нашадок 323	A/B	Д/Е	F/F
Нашадок 256	A/A	А/Д	S/S

Завдання 4. Провести уточнення походження тварин на основі імуногенетичної експертизи за групами крові.

Для цього кожному студентові дається індивідуальне завдання (задачу), яке студент повинен виконати. Розглянемо приклад виконання такого завдання: в господарстві розводять племінне стадо свиней великої білої породи. Планом підбору передбачалося до свиноматки Тайги 768 закріпити, як основного, кнура Макса 543, і як підмінного кнура Аскера 297. Свиноматка була спарована одним із цих кнурів, однак в результаті допущених неточностей в записах в журналі парування виник сумнів, з яким кнуром фактично вона була спарована.

Для цього проведемо аналіз за групами крові та уточнимо походження поросят і кнура з яким була спарована свиноматка.

Номери тварин	Групи крові							
	А	Еа	Ев	Ее	Еf	Ув	Fa	Ка
Свиноматка № 768	-	+	-	+	-	-	+	-
Кнур № 543	-	-	+	+	+	+	-	+
Кнур №297	-	-	-	+	+	-	-	-
Порося № 1997	+	+	-	+	-	+	+	+
Порося № 1999+	+	+	+	+	-	+	+	+

Отже, імуногенетичний аналіз дає можливість встановити, що атестованих за групами крові поросят є антигени яких не має у свиноматки №768 матері поросят і кнура №297. Це зокрема антигени Ев, Ув, Ка. Це дає підставу зробити висновок, що свиноматка Тайга 768 була спарована з кнуром Максом 543.

Задачі 1-15. Свиноматку великої білої породи (ВБ) осіменяли в одну охоту спермою двох кнурів-плідників великої білої породи (ВБ) і ландрас (Л) для підвищення відтворювальних якостей. За даними аглютинаційного тесту визначити батьків поросят, походження яких викликає сумнів.

Задача № 1

Інвентарний номер тварини	Антигени											
	Ac	Ap	Ba	Bb	Ea	Ee	Ed	Eg	Ga	Gb	Ka	Kb
♀ ВБ – 1460	+	+	+	-	+	+	-	+	-	+	-	+
♂ ВБ – 639	-	-	+	-	-	+	+	-	+	-	-	+
♂ Л – 1047	-	-	+	+	+	+	+	+	-	+	+	-
F ₁ – 944	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	-	+
941	-	-	+	-	+	+	+	+	+	+	-	+
943	-	-	+	-	+	+	+	-	+	+	-	+
946	-	-	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+

Задача № 2

Інвентарний номер тварини	Антигени											
	Bb	Ea	Eb	Ee	Eg	Ef	Fa	Fb	Fd	Fc	Ga	Gb
♀ ВБ – 8	+	+	+	+	+	-	-	+	+	+	-	+
♂ ВБ – 543	+	-	-	+	+	-	-	+	+	-	-	+
♂ Л – 341	-	+	-	+	+	+	+	+	+	+	-	+
F ₁ – 59	+	-	+	+	+	-	-	+	+	+	-	+
63	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	-	+
55	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	-	+
61	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+

Задача № 3

Інвентарний номер тварини	Антигени											
	Ac	Ba	Bb	Ea	Eb	Ed	Eg	Ef	Ga	Gb	Fd	Fc
♀ ВБ – 470	-	+	-	-	+	+	+	-	-	+	-	+
♂ ВБ – 827	-	-	+	-	-	+	+	-	+	+	-	+
♂ Л – 947	+	+	-	-	-	+	+	+	-	+	+	+
F ₁ – 1901	+	+	-	-	+	+	+	+	-	+	+	+
1903	+	+	-	-	+	+	+	+	-	+	+	+
1904	+	+	-	-	+	+	+	+	-	+	+	+
1906	-	+	+	-	+	+	+	-	+	+	-	+

Задача № 4

Інвентарний номер тварини	Антигени											
	Da	Db	Ea	Ee	Eg	Ef	Fd	Fc	Ha	Ia	La	Lb
♀ ВБ – 8	+	-	+	+	-	+	+	-	+	-	-	+
♂ ВБ – 543	+	-	-	+	+	+	+	-	-	-	-	+
♂ Л – 341	-	+	+	+	-	+	-	+	-	+	+	-
F ₁ – 78	+	-	-	+	+	+	+	+	-	+	+	+
76	+	-	-	+	-	+	+	-	-	-	-	+
72	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+
74	+	+	+	+	-	+	+	+	-	+	+	+

Задача № 5

Інвентарний номер тварини	Антигени											
	Ac	Da	Db	Ea	Ee	Eg	Ef	Ga	Gb	Ha	Ka	Kb
♀ ВБ – 800	-	+	-	+	+	+	+	-	+	-	+	+
♂ ВБ – 1151	-	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	+
♂ Л – 1153	+	+	-	-	+	+	-	+	+	-	-	+
F ₁ – 1918	+	+	-	+	+	+	-	-	+	-	-	+
1920	+	+	-	-	+	+	+	+	+	-	+	+
1930	+	+	-	+	+	+	-	-	+	-	+	+
1923	+	+	-	-	+	+	+	+	+	-	+	+

Задача № 6

Інвентарний номер тварини	Антигени											
	Ea	Eb	Ee	Eg	Ef	Ga	Gb	Ia	La	Lb	Ld	Ma
♀ ВБ – 1460	+	-	+	+	-	-	+	+	-	+	-	-
♂ ВБ – 639	-	+	-	+	-	-	+	-	-	+	-	-
♂ Л – 1047	-	-	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+
F ₁ – 944	+	+	+	+	-	-	+	+	-	+	-	-
941	+	+	+	+	-	-	+	-	-	+	-	-
943	+	+	+	+	-	-	+	-	-	+	-	-
946	+	-	+	+	+	+	+	-	+	+	+	-

Задача № 7

Інвентарний номер тварини	Антигени											
	Ac	Ba	Bb	Ea	Ee	Eg	La	Lb	Lg	Lc	Li	Ll
♀ ВБ – 488	-	+	-	-	+	+	+	-	-	-	-	+
♂ ВБ – 173	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+
♂ Л – 41	-	-	+	-	+	-	+	+	+	+	+	+
F ₁ – 3	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+
2	-	+	+	-	+	+	+	-	-	-	-	+
4	+	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+
5	-	+	+	-	+	+	+	-	-	-	-	+

Задача № 8

Інвентарний номер тварини	Антигени											
	Да	Дб	Еа	Еb	Еd	Еe	Еg	Еf	Ка	Кb	Кe	Лb
♀ ВБ – 468	+	-	+	+	+	+	+	+	-	+	-	+
♂ ВБ – 59	+	-	-	+	+	-	+	-	+	+	+	-
♂ Л – 101	+	-	-	-	+	+	+	-	-	+	-	+
F ₁ – 11	+	-	-	-	+	+	+	+	-	+	-	+
13	+	-	-	+	+	+	+	-	-	-	-	+
14	+	-	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+
15	+	-	-	+	+	+	+	+	-	+	-	+

Задача № 9

Інвентарний номер тварини	Антигени											
	Ас	Ар	Еа	Еd	Еe	Еg	Еf	Fc	Fd	La	Lb	Ка
♀ ВБ – 470	-	-	-	+	+	+	-	+	-	-	+	-
♂ ВБ – 827	+	+	+	-	+	+	-	+	+	-	+	+
♂ Л – 947	-	-	-	+	+	+	+	-	+	+	-	-
F ₁ – 1905	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-
1906	-	-	-	+	+	+	-	+	+	+	+	-
1907	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-	+	+
1908	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-

Задача № 10

Інвентарний номер тварини	Антигени											
	Ас	Ва	Вb	Еа	Еe	Еg	Еf	Fa	Fb	Fd	Fc	La
♀ ВБ – 28	+	+	-	-	-	+	-	-	+	+	-	-
♂ ВБ – 743	+	+	-	-	+	+	-	-	+	+	-	+
♂ Л – 341	-	+	+	+	+	-	+	+	-	-	+	-
F ₁ – 61	+	+	-	-	+	+	-	-	+	+	-	+
59	+	+	-	+	+	+	+	-	+	+	-	-
63	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
57	-	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-

Задача № 11

Інвентарний номер тварини	Антигени											
	Ba	Bb	Ea	Eb	Ed	Ee	Eg	Ef	Ka	Kb	Ke	Kc
♀ ВБ – 470	+	-	+	-	-	+	+	-	-	+	-	-
♂ ВБ – 827	+	-	-	-	+	+	+	-	+	-	+	+
♂ Л – 947	+	+	-	+	+	+	+	+	-	+	-	-
F ₁ – 1901	+	-	+	-	+	+	+	-	+	+	+	-
1903	+	+	+	+	+	+	+	-	-	+	-	-
1905	+	-	+	-	+	+	+	-	+	+	+	+
1902	+	-	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+

Задача № 12

Інвентарний номер тварини	Антигени											
	Ac	Ea	Ed	Eg	Ef	Fb	Fd	Fc	La	Lb	Ia	Ib
♀ ВБ – 520	-	+	+	-	+	+	+	-	+	+	-	+
♂ ВБ – 737	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
♂ Л – 659	+	-	+	+	-	+	+	-	-	+	-	+
F ₁ – 846	+	+	+	+	-	+	+	-	+	+	-	+
848	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	-	+
849	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+
851	-	-	+	+	+	+	+	-	-	+	+	+

Задача № 13

Інвентарний номер тварини	Антигени											
	Ea	Ee	Eg	Ef	Kb	Ke	Kf	La	Lb	Ma	Mb	Oa
♀ ВБ – 278	+	+	+	+	+	+	-	-	+	+	-	-
♂ ВБ – 1115	+	+	+	-	+	+	-	-	+	+	-	+
♂ Л – 947	-	+	+	-	-	+	+	+	+	+	+	-
F ₁ – 161	+	+	+	+	-	+	-	-	+	+	-	+
163	+	+	+	+	+	+	-	-	+	+	-	-
165	+	+	+	-	+	+	+	-	+	+	-	-
162	-	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	-

Задача № 14

Інвентарний номер тварини	Антигени											
	Ba	Bb	Ea	Ee	Eg	Ef	Ha	Hb	Ka	Kb	La	Lb
♀ ВБ – 828	+	-	-	+	+	-	+	+	-	+	-	+
♂ ВБ – 315	+	+	+	+	+	-	-	+	-	+	-	+
♂ Л – 451	+	-	-	+	+	+	+	-	-	+	+	+
F ₁ – 1732	+	-	-	+	+	-	-	+	-	+	-	+
1734	+	+	+	+	+	-	-	+	-	+	-	+
1733	+	-	-	+	+	-	+	+	-	+	+	+
1735	+	-	-	+	+	+	+	+	-	+	-	+

Задача № 15

Інвентарний номер тварини	Антигени											
	Da	Db	Ea	Ee	Eg	Ef	Ep	Fb	Fc	Ga	Gb	Ia
♀ ВБ – 72	-	+	-	+	+	-	+	+	+	+	+	-
♂ ВБ – 115	-	+	-	+	+	+	+	+	+	-	+	+
♂ Л – 1287	+	+	+	+	+	-	-	+	-	-	+	-
F ₁ – 541	-	+	-	+	+	-	+	+	+	+	+	+
545	+	+	+	+	+	-	+	+	+	-	+	-
544	-	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-
546	-	+	-	+	+	-	+	+	-	-	+	-

Задачі 16-30. Корову осіменяли спермою 2 бугаїв-плідників два рази в кожному охоту з проміжками в 9 і 10 днів. В результаті цього від даної корови одержано 2 отелення і в кожному вона принесла двійню. За даними гемолітичного тесту визначити походження одержаних телят.

Задача № 16. Гемолітичний тест

Інвентарний номер тварини	Антигени											
	A ₂	D ₂	E' ₃	G'	I'	Y ₂	C'	W	F	V	Z	R'
♀ – 982	+	+	+	-	+	-	+	-	+	+	+	+
♂ – 3399	+	-	+	+	-	-	+	+	+	+	-	-
♂ – 4283	+	+	-	-	-	+	+	+	+	+	-	-
F ₁ – 2995	+	-	-	+	+	-	-	+	+	+	-	+
2997	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+
2986	+	+	-	+	-	-	-	-	-	-	+	-
2988	+	-	-	-	+	+	-	+	+	+	-	+

Задача № 17

Інвентарний номер тварини	Антигени											
	G	I ₁	O ₃	Q	A ₂	E' ₁	F'	I' ₂	G'	F	V	Z
♀ – 218	-	-	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-
♂ – 3133	+	+	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+
♂ – 1721	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-
F ₁ – 154	+	-	-	-	+	-	-	-	+	+	-	-
263	-	-	+	+	+	+	+	+	-	+	+	-
355	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-
156	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	+

Задача № 18

Інвентарний номер тварини	Антигени											
	A ₁	B	G	K	Y ₂	O'	O ₁	G''	F	V	S ₁	H'
♀ – 762	+	+	+	+	+	+	-	-	+	-	-	+
♂ – 311	+	-	-	-	+	-	+	-	+	-	+	-
♂ – 729	+	+	+	+	-	-	-	+	+	+	+	+
F ₁ – 2134	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-	-
1751	+	+	+	+	+	+	-	+	+	-	+	+
1345	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	+	-
2132	+	+	+	+	+	+	-	-	+	+	+	+

Задача № 19

Інвентарний номер тварини	Антигени											
	B	G	K	B'	O'	E' ₁	F'	G''	I ₁	L	S	H'
♀ – 328	+	+	+	+	+	-	-	-	+	-	+	+
♂ – 677	+	+	+	-	+	+	+	-	+	-	-	+
♂ – 943	+	-	-	+	-	-	+	+	+	+	+	+
F ₁ – 125	+	+	+	-	+	+	-	-	+	-	+	+
264	+	+	+	+	+	-	+	-	+	-	-	+
435	+	-	+	+	+	-	+	+	+	-	+	+
686	+	+	+	-	+	-	+	-	+	-	+	+

Задача № 20

Інвентарний номер тварини	Антигени											
	B	G	K	Y ₂	O'	O ₁	E' ₂	J' ₂	F	V	S ₁	S ₂
♀ – 974	+	+	+	+	+	-	-	+	+	-	-	+
♂ – 235	+	+	-	+	-	+	-	+	+	-	-	+
♂ – 817	-	+	-	+	-	-	+	+	+	+	+	+
F ₁ – 1898	+	+	-	+	-	+	-	+	+	-	-	+
1344	+	+	-	+	-	-	-	+	+	-	+	+
1053	+	-	-	+	+	-	-	+	+	-	-	+
1049	+	+	+	+	-	-	-	+	+	+	-	+

Задача № 21

Інвентарний номер тварини	Антигени											
	B	E' ₁	Y ₁	D'	G'	I'	Y ₂	W	X ₂	E	Z	H'
♀ – 1366	-	-	+	+	+	+	-	+	-	-	-	+
♂ – 493	+	+	-	-	-	-	+	+	+	+	-	+
♂ – 495	+	-	-	-	-	-	+	+	-	+	+	+
F ₁ – 715	+	+	-	-	-	-	+	+	-	+	+	+
717	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	+	+
2220	+	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-	+
2216	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+

Задача № 22

Інвентарний номер тварини	Антигени											
	B	G	K	O _x	I ₂	A' ₁	D'	O'	S	U''	Z	H'
♀ – 1366	-	-	+	+	+	+	-	+	-	-	-	+
♂ – 493	+	+	-	-	-	-	+	+	+	+	-	+
♂ – 495	+	+	-	-	-	-	+	+	-	+	+	+
F ₁ – 715	+	+	-	-	-	-	+	+	-	+	+	+
717	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	+	+
2220	+	+	+	-	-	-	-	+	+	+	-	+
2216	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+

Задача № 23

Інвентарний номер тварини	Антигени											
	B	G	K	O _x	I ₂	A' ₁	I'	O'	F	V	Z	H
♀ – 758	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	-	-
♂ – 695	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	-
♂ – 755	+	+	+	-	+	-	-	+	-	+	-	+
F ₁ – 615	+	+	+	-	-	+	-	+	+	-	-	-
625	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	-	+
722	+	+	+	+	+	+	-	+	-	+	-	-
842	+	+	+	+	-	+	-	+	+	+	+	-

Задача № 24

Інвентарний номер тварини	Антигени											
	A'	B' ₁	E' ₃	G'	I	Y ₂	Q	E	L'	W	X ₂	L
♀ – 1674	+	+	+	+	-	-	+	-	-	+	-	-
♂ – 2085	-	+	-	+	-	+	-	+	+	+	+	+
♂ – 1133	+	+	-	+	+	+	+	-	+	+	-	-
F ₁ – 5193	+	+	-	+	-	+	-	-	+	+	-	-
6051	-	+	-	+	-	+	-	+	+	+	-	+
432	+	+	+	+	-	+	-	+	+	+	-	-
612	+	+	-	+	+	-	+	-	+	+	-	-

Задача № 25

Інвентарний номер тварини	Антигени											
	A ₁	A' ₁	B'	G ₁	I	C' ₁	E	W	L'	R'	F	V
♀ – 1270	+	+	-	-	+	-	-	+	-	-	+	-
♂ – 487	-	+	+	+	-	-	-	+	-	-	+	-
♂ – 1489	-	+	+	+	-	-	+	+	-	+	+	+
F ₁ – 1123	-	+	+	+	-	-	+	+	-	-	+	-
1418	+	+	-	-	-	-	-	+	-	-	+	+
1420	-	+	-	+	-	-	-	+	+	-	+	-
1421	-	+	+	+	-	-	+	+	-	+	+	-

Задача № 26

Інвентарний номер тварини	Антигени											
	A ₁	B	G	I	I'	Y ₂	O'	S ₂	U''	C ₁	F	V
♀ – 380	+	+	+	+	-	+	+	+	+	-	-	-
♂ – 837	+	-	+	+	+	-	-	+	+	+	+	-
♂ – 171	+	+	+	-	-	+	+	+	+	+	-	+
F ₁ – 104	+	-	+	-	-	+	+	+	+	+	-	+
65	+	+	+	+	+	-	-	+	+	+	+	-
87	+	-	+	+	+	-	+	+	+	-	-	-
56	+	+	+	+	+	-	-	+	+	-	-	-

Задача № 27

Інвентарний номер тварини	Антигени											
	A'	A' ₂	B	B'	G'	I ₁	K	E' ₁	F' ₁	H'	S ₁	M
♀ – 144	+	-	+	+	+	+	-	-	-	-	+	-
♂ – 383	-	+	+	-	+	-	+	+	+	+	+	-
♂ – 189	-	+	+	-	+	-	+	-	+	-	+	+
F ₁ – 3169	-	+	+	-	+	-	+	+	+	+	+	-
3567	-	-	+	-	+	+	+	-	+	-	+	+
788	+	-	+	-	+	-	+	+	+	-	+	+
578	-	+	+	-	+	-	+	-	+	-	-	-

Задача № 28

Інвентарний номер тварини	Антигени											
	B	G	K	E' ₁	F'	O'	Q	G'	G'	I' ₂	F	V
♀ – 380	+	+	+	+	+	-	+	-	-	-	+	-
♂ – 837	+	-	+	+	+	+	-	+	+	-	+	-
♂ – 171	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+
F ₁ – 104	+	-	+	+	+	-	+	+	-	-	+	+
65	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	-
87	+	-	+	+	+	-	-	+	+	-	+	-
56	+	+	+	+	+	-	-	+	+	-	+	-

Задача № 29

Інвентарний номер тварини	Антигени											
	G	I ₁	O ₃	Q	A' ₂	E' ₁	F'	J ₂	C ₂	E	W	X ₂
♀ – 1344	+	+	-	+	+	-	+	+	-	+	-	+
♂ – 493	-	+	+	-	+	+	+	+	+	+	-	-
♂ – 495	+	+	+	-	-	+	+	+	+	+	+	-
F ₁ – 178	+	-	-	-	+	+	+	+	+	-	-	+
176	+	+	-	+	-	+	+	+	-	+	-	-
171	+	-	+	-	-	+	+	+	+	+	-	-
183	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	-

Задача № 30

Інвентарний номер тварини	Антигени											
	O ₃	Q	A' ₂	E' ₁	F'	I' ₂	O ₁	I'	E	W	L'	X ₂
♀ – 1366	+	-	+	-	+	+	+	+	+	+	-	-
♂ – 493	-	-	+	+	+	-	-	-	+	+	+	+
♂ – 495	-	-	+	+	+	+	-	+	+	-	-	-
F ₁ – 215	+	-	+	-	+	+	-	-	+	+	-	-
217	-	-	+	+	+	-	+	+	+	+	-	-
220	-	-	+	+	+	+	-	+	+	+	-	+
216	+	-	+	+	+	+	-	+	+	+	+	-

Питання для самоконтролю за ступенем засвоєння знань

1. Що вивчає розділ генетики, який називається імуногенетикою?
2. Що називається групою крові, генетичною системою груп крові, типом крові? Як успадковуються групи крові?
3. Що називається антитілом? Які антитіла називається природними, імунними?
4. Що ви розумієте під ізо-і гетероімунізацією?
5. Як успадковуються групи крові в межах однієї і різних генетичних систем?
6. Що називається феногрупою крові?
7. Яку сироватку крові називають моновалентною, а яку полівалентною?
8. За допомогою яких імунологічних реакцій визначають групи крові у великої рогатої худоби і свиней?
9. Яка кількість генетичних систем і груп крові виявлена в окремих видів сільськогосподарських тварин?
10. У чому полягає кодомінантний характер успадкування груп крові?
11. Який зв'язок груп крові зі стійкістю до захворювань у сільськогосподарських тварин?
12. За якими типами білків крові, сироватки крові тварин і птиці, молока корів виявлено генетичний поліморфізм?
13. Яким методом визначають поліморфізм білків?
14. Що лежить в основі генетичного поліморфізму білків?
15. Як успадковуються поліморфні білкові системи?
16. Чому групи крові розглядаються як генетичні маркери?
17. За якою метою використовують групи крові, білковий поліморфізм у селекції сільськогосподарських тварин?
18. Який зв'язок груп крові зі стійкістю до окремих захворювань у тварин?

19. Чому деякі поліморфні білки розглядаються як генетичні маркери?
20. Наведіть номенклатуру, яка використовується в імуногенетиці.
21. Як одержують моноспецифічну сироватку (реагент)?

5. РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Боднарук В.Є., Боднар П.В., Жмур А.Й., Музика Л.І., Кропивка Ю.Г., Оріхівський Т.В., Пославська Ю.В. (2018) Варіанти генетико-біохімічних маркерів у зв'язку з молочною продуктивністю. НВ ЛНУ ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького. Серія: Сільськогосподарські науки. 20 (84), 98-103. doi: 10.15421/nvlvet8418
2. Боднарук В.Є., Жмур А.Й., Музика Л.І., Кропивка Ю.Г., Боднар П.В., Оріхівський Т.В., Пославська Ю.В. (2018) Ізоферментний спектр експресії генів органів великої рогатої худоби різного напрямку продуктивності. НВ ЛНУ ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького. Серія: Сільськогосподарські науки, 20 (89), 67-70. doi: 10.32718/nvlvet8912
3. Боднарук В.Є., Кропивка Ю.Г., Музика Л.І., Жмур А.Й. (2014) Особливості генетичної структури поліської м'ясної породи великої рогатої худоби НВ ЛНУ ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького. Серія: Сільськогосподарські науки. 16 (60), 21-26.
4. Боднарук В.Є., Музика Л.І., Кропивка Ю.Г., Боднар П.В., Жмур А.Й., Оріхівський Т.В. (2020) Особливості генетичної структури симентальської породи великої рогатої худоби. НВ ЛНУ ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького. Серія: Сільськогосподарські науки, 22 (93), 137-141. DOI: <https://doi.org/10.32718/nvlvet-a9323>
5. Генетика з біометрією : практикум / за ред. Т.І. Нежлукченко. Херсон : ОЛДІ-ПЛЮС, 2019. 380 с.
6. Кандиба Н.М. Генетика : курс лекцій. Навчальний посібник. Київ : Університетська книга, 2022. 397 с.
7. Коновалов О.А., Коваленко В.П., Недвига М.М. Генетика сільськогосподарських тварин. Київ : Урожай, 1996. 430 с.
8. Павлів Б.А. Генетичні аномалії різних видів тварин і птиці, їх прояв та закономірності успадкування. Львів, 2015. 30 с.
9. Павлів Б.А., Щербатий З.Є., Кропивка Ю.Г. Генетика тварин : навчальний посібник (лекційний курс). Львів, 2013. 189 с.

10. Подоба Б.Є., Качура В.С., Дідик М.В. Генетична експертиза в скотарстві. Київ : Урожай, 1991. 145 с.
11. Проценко М.Ю. Генетика. Київ : Вища школа, 1994. 302 с.
12. Проценко М.Ю., Недвига М.М., Халак В.І., Павлів Б.А. Практикум з генетики тварин з основами ветеринарної генетики. Дніпропетровськ : ІМА-прес, 2002. 265 с.
13. Січняк О.Л., Капрельянц Л.В., Килименчук О.О. Генетика : навчальний посібник. Стереотипне видання, 2018. 148 с.
14. Стрельчук С.І., Демідов С.В., Бердишев Г.Д., Голда Д.М. Генетика з основами селекції. Київ : Фітосоціоцентр, 2000. 291 с.
15. Тоцький В.М. Генетика : підручник. Одеса : Астропринт, 2008. 712 с.
16. Трофименко О.Л., Гиль М.І., Сметана О.Ю. Генетика популяцій : підручник. Стереотипне видання, 2021. 252 с.
17. Хмельничий Л.М., Супрун І.О. Основи генетики та селекції сільськогосподарських тварин : навчальний посібник. Київ : Аграрна освіта, 2011. 497 с.
18. Хмельничий Л.М., Супрун І.О., Салогуб А.М. Основи генетики тварин з біометрією : навчальний посібник. Суми : ПП Вінниченко М.Д., 2011. 344 с.
19. Щербатий З.Є., Гиль М.І., Кос В.Ф., Павлів Б.А., Барановський Д.І., Трибрат Р.О. Навчальний посібник «Генетика з біометрією». Львів, 2009. 286 с.
20. Щербатий З.Є., Кос В.Ф., Кропивка Ю.Г. Генетика з біометрією. Навчальний посібник (лабораторно-практичний курс). Львів, 2013. 288 с.

УСПАДКУВАННЯ ГРУП КРОВІ У ЛЮДЕЙ

Групи крові батьків	Можливі групи крові дітей	Неможливі групи крові у дітей при цьому шлюбі
O x O	O	A, B, AB
O x A	O, A	B, AB
A x A	O, A	B, AB
B x B	O, B	A, AB
A x B	O, A, B, AB	-
O x AB	A, B	O, AB
O x B	O, B	A, AB
A x AB	A, B, AB	O
B x AB	A, B, AB	O
AB x AB	A, B, AB	O

Додаток 2

ГЕНЕТИЧНІ СИСТЕМИ І ГРУПИ КРОВІ

СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ ТВАРИН І ПТИЦІ

Вид тварин	Генетичні системи груп крові	Антигени еритроцитів
Велика рогата худоба	12	100
Свині	16	83
Вівці	8	38
Коні	8	23
Кролі	5	12
Кури	14	23

**БІОХІМІЧНІ ПОЛІМОРФНІ СИСТЕМИ БІЛКІВ І ФЕРМЕНТІВ КРОВІ
ТА МОЛОКА СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ ТВАРИН**

Поліморфні білкові системи	Символ локусу	Велика рогата худоба	Свині	Вівці	Коні
		Кількість алелів			
Гемоглобін	Hb	5	-	3	-
Альбумін	Alb	3	3	2	2
Преальбумін	Pr	-	2	-	-
Постальбумін	Pa	2	-	-	-
Гаптоглобулін	Hp	-	4	-	2
Трансферин	Tf	10	5	3	10
Церулоплазмін	Cp	3	2	-	-
Амілаза	Am	4	3	-	-
Лужна фосфатаза	F	2	-	2	-
Карбоангідраза	Ca	2	-	-	-
β -лактоглобулін	β -Lg	4	-	2	-
β -казеїн	β -Cn	6	-	-	-

**ГЕНЕТИЧНІ СИСТЕМИ ГРУП КРОВІ ОКРЕМИХ ВИДІВ
СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ ТВАРИН І ПТИЦІ**

Вид тварин і птиці	Кількість генетичних систем	Генетичні системи груп крові	Кількість антигенів
Велика рогата худоба	12	A, B, C, F, V, I, L, M, S, Z, R-5, T, N	100
Свині	17	A, B, C, D, E, F, Y, H, I, Y, K, L, M, N, O, P, O ₂	83
Коні	9	A, C, D, K, P, Q, Fe, T, U, So	40
Вівці	16	A, B, C, D, I, M, R _{x-z} , Con, F30, F4, Hel, Y, T, V, P, V ₁ .	41
Кури	14	A, B, C, D, E, H, I, Y, K, Z, N, P, R, Vb	47