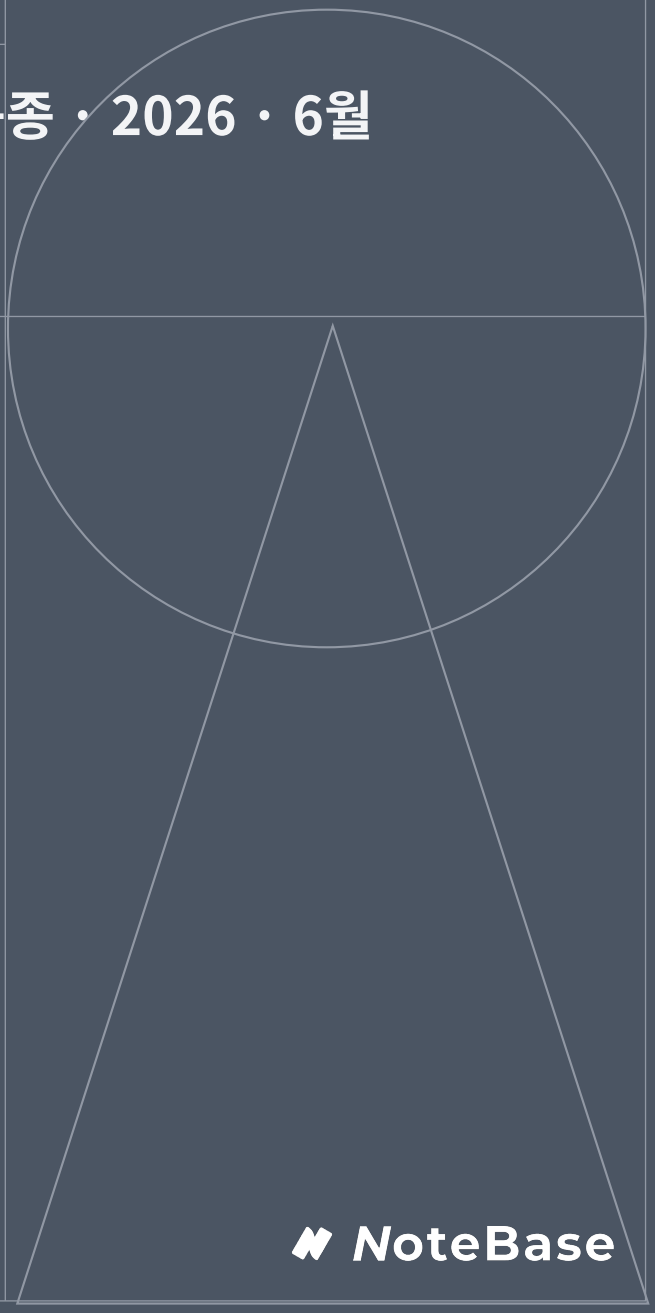
기출OX 해설집

공무원/서울시/9급 · 가축육종 · 2026 · 6월



NoteBase

기출OX 해설집

공무원/서울시/9급 · 가축육종 · 2026 · 6월

공무원/서울시/9급 · 가축육종 · 2026 · 6월

문 1. 어느 젖소 집단에 있어 유전자가 하디-바인베르크 (Hardy-Weinberg) 평형상태에 있을 때, 흑색인자의 대립유전자 빈도를 a라 하면 이 집단에서 5세대 경과 후 흑색인자의 대립유전자 빈도는?

① a

② a+5

③ $a \times 5$

④ a^5

정답 1번

간단한 해설

하디-바인베르크 평형에서는 **대립유전자 빈도가 세대가 지나도 일정하게 유지**된다. 따라서 처음 빈도가 a이면 5세대 후에도 a이다.

공통 해설

하디-바인베르크 평형은 무작위 교배가 이루어지는 충분히 큰 집단에서 선택·돌연변이·이주가 없고 유전적 부동의 영향을 무시할 수 있을 때 유지된다. 이 조건에서는 특정 대립유전자가 다른 대립유전자보다 더 많이 또는 적게 다음 세대로 전달될 요인이 없어, **집단 내 대립유전자의 비율이 세대 간에 보존**된다.

문제의 젖소 집단에서 흑색인자의 대립유전자 빈도가 a이므로, 평형이 유지되는 동안 1세대 후에도 a이고 5세대 후에도 a이다. 세대 수는 경과한 시간을 나타낼 뿐, 빈도에 더하거나 곱하거나 거듭제곱하는 값이 아니다.

NoteBase

문 2. 근친교배에 따른 동형접합성의 증가율은 교배되는 개체들의 혈연관계 정도에 달려있다. 근친교배의 강도가 가장 낮다고 할 수 있는 교배형태로 가장 옳은 것은?

① 전형매간(full-sib) 교배

② 반형매간(half-sib) 교배

③ 부낭간(아비-딸) 교배

④ 모자간(어미-아들) 교배

정답 2번

간단한 해설

반형매는 아비나 어미 중 **한쪽 부모만 공유**하므로 전형매나 부모·자식보다 혈연관계가 낮다. 따라서 반형매간 교배는 공통 조상에서 유래한 같은 대립유전자가 자손에서 만날 가능성이 더 낮아, **동형접합성의 증가가 가장 작다**.

선지별 해설

근교계수는 한 유전자좌의 두 대립유전자가 동일한 조상의 같은 대립유전자에서 유래할 확률이다. 기존 근친교배가 없고 제시된 관계 외에 추가 혈연관계가 없는 기본 가계를 기준으로 비교하면, 자손의 근교계수는 교배하는 양친의 혈연계수의 절반이다. 이 값이 클수록 근친교배에 따른 동형접합성 증가가 크다.

① 전형매간 교배: **아비와 어미가 모두 같은** 형매 사이의 교배이다. 양친의 혈연계수는 50%이고, 이 교배에서 태어난 자손의 근교계수는 25%이다.

② 반형매간 교배: **아비나 어미 중 한쪽만 같은** 형매 사이의 교배이다. 양친의 혈연계수는 25%이고, 자손의 근교계수는 12.5%이다. 전형매보다 공유하는 부모가 적어 근친교배 강도가 낮다.

③ 아비-딸 교배: 딸은 아비로부터 유전자의 절반을 물려받으므로, 아비와 딸의 혈연계수는 50%이다. 이 교배에서 태어난 자손의 근교계수는 25%로, 전형매간 교배와 같은 수준이다.

④ 어미-아들 교배: 아들은 어미로부터 유전자의 절반을 물려받으므로, 어미와 아들의 혈연계수는 50%이다. 자손의 근교계수는 25%이며, **부모의 성별이 바뀌어도** 아비-딸 교배와 근친교배 강도는 같다.

자손의 근교계수는 ①·③·④에서 25%, ②에서 12.5%이므로, 네 교배형태 중 근친교배 강도가 가장 낮은 것은 ② 반형매간 교배이다.

NoteBase

문 3. 우리나라 양돈산업은 피라미드형 육종체계로 구성된다. 상부에서부터 순서대로 바르게 나열한 것은?

① 핵돈군 — 번식돈군 — 증식돈군 — 비육돈군

② 핵돈군 — 증식돈군 — 번식돈군 — 비육돈군

③ 증식돈군 — 번식돈군 — 비육돈군 — 핵돈군

④ 증식돈군 — 번식돈군 — 핵돈군 — 비육돈군

정답 2번

간단한 해설

피라미드형 육종체계에서는 상부에서 개량한 종돈의 유전적 능력이 하부의 생산 집단으로 전달된다. **증식돈군은 번식용 돼지를 공급**하고, **번식돈군은 비육용 돼지를 생산**하므로 증식돈군이 번식돈군보다 위에 놓인다.

올바른 순서

핵돈군 → 증식돈군 → 번식돈군 → 비육돈군

핵돈군: 최상부에서 순종 종돈을 유지하고, 능력이 우수한 개체를 선발하여 **유전적 개량**을 수행한다. 여기서 개량한 종돈을 증식돈군에 공급하므로 전체 생산체계의 유전적 출발점이 된다.

증식돈군: 핵돈군에서 공급받은 종돈을 이용하여 **번식돈군에 공급할 돼지**를 생산한다. 대표적으로 서로 다른 순종을 교배하여 1대 교잡 암퇘지를 만들므로, 이를 번식에 이용하는 번식돈군보다 상부에 위치한다.

번식돈군: 증식돈군에서 공급받은 교잡 암퇘지 등에 종모돈을 교배하여 **비육용 자돈**을 생산한다. 번식에 이용할 어미돼지를 공급하는 증식돈군과 달리, 고기 생산을 위해 기를 새끼돼지를 공급하는 단계이다.

비육돈군: 번식돈군에서 생산한 자돈을 출하할 때까지 길러 **돈육을 생산**하는 최하부 집단이다. 상부의 개량 성과가 최종적인 성장과 고기 생산으로 이어지는 단계이다.

NoteBase

문 4. 수정란이식기술(embryo transfer)의 설명으로 가장 옳지 않은 것은?

① 이품종간 수정란이식으로 특정 품종의 자축생산이 가능하다.

② 이식자의 기술 숙달 정도에 거의 영향을 받지 않는다.

③ 순수품종 축군의 증식과 개량 속도를 누진교배보다 더 효율적으로 높일 수 있다.

④ 희귀 또는 멸종위기의 품종, 계통의 유전자원 보존이 가능하다.

정답 2번

간단한 해설

수정란이식의 수태율은 **이식자의 기술 숙련도에 영향을 받는다**. 수정란을 손상 없이 다루고 자궁의 적절한 부위에 이식해야 하므로, 숙달 정도에 거의 영향을 받지 않는다는 설명은 잘못이다.

선지별 해설

① O: 수정란을 제공하는 암컷을 공란우, 이식받아 임신과 분만을 담당하는 암컷을 수란우라고 한다. 같은 품종의 암수에서 얻은 수정란을 다른 품종의 수란우에 이식하면, **수정란을 만든 암수의 품종**에 해당하는 자축을 생산할 수 있다. 수란우는 임신 환경을 제공하며, 이식 자체로 수란우의 유전자가 수정란에 섞이는 것은 아니다.

② X: 수정란이식은 **시술자의 숙련도가 수태율에 영향을 주는** 기술이다. 수정란을 손상 없이 취급하고 이식 기구를 자궁의 적절한 위치까지 넣으면서 조직 손상을 줄여야 한다. 따라서 '기술 숙달 정도에 거의 영향을 받지 않는다'는 '기술 숙달 정도에 영향을 받는다'로 고쳐야 한다.

③ O: 누진교배는 개량하려는 암컷 집단에 목표 품종의 수컷을 세대마다 반복 교배하여 목표 품종의 유전적 비율을 점차 높이는 방법이다. 반면 수정란이식은 **목표 순수품종의 수정란으로 바로 그 품종의 자축을 생산**할 수 있다. 또한 우수한 공란우에서 다배란 처리 등으로 여러 수정란을 얻어 여러 수란우에 이식하면, 우수 암컷의 자손 수를 늘려 순수품종 축군의 증식과 개량을 촉진할 수 있다.

④ O: 희귀하거나 멸종위기에 있는 품종·계통의 수정란을 확보해 **동결 보존한 뒤 해동하여 이식**하면 해당 유전자원을 보존하고 자축 생산에 활용할 수 있다. 수정란에는 이를 만든 암수 양쪽의 유전정보가 들어 있으므로, 수정란의 보존과 이식은 품종·계통의 유전자원 유지에 이용된다.

NoteBase

문 5. 동물육종학의 발전에 기여한 인물과 그 업적을 바르게 연결한 것은?

① R. Bakewell — 육종가 추정이론 정립에 기여

② G. Mendel — 가축 육종의 효시로 인정되고 있으며 Longhorn 육용우 품종을 만들어 냄

③ R.A. Fisher — 선발지수(selection index)법 개발

④ C.R. Henderson — BLUP(Best Linear Unbiased Prediction) 이론 정립

정답 4번

간단한 해설

Henderson은 환경의 영향을 고려하면서 가축의 육종가를 예측하는 **BLUP(최적선형불편예측)** 이론을 정립했다. 생산성 기록에 나타난 차이에서 유전적 능력을 구분하여 종축 선발에 활용하는 방법이다.

선지별 해설

① X: Bakewell은 우수한 가축을 골라 교배하고 근친교배를 활용한 **실제 가축 개량의 선구자**이다. 육종가 추정이론에 기여한 인물로는 J. L. Lush를 연결해야 한다. Lush는 개체 자신의 능력과 가족의 능력 기록을 이용하여 육종가를 예측하는 이론을 발전시켰다.

② X: 가축 육종의 선구자로서 Longhorn 육용우를 개량한 인물은 **Bakewell**이다. Mendel은 완두의 교배실험을 통해 형질이 부모에서 자손으로 전달되는 유전 법칙을 밝힌 인물이다. 따라서 선지의 Longhorn 개량 업적을 Mendel과 연결할 수 없다.

③ X: Fisher의 판별함수는 선발지수법의 통계적 토대가 되었지만, 가축 선발지수의 유전학적 기초를 정립한 인물은 **L. N. Hazel**이다. 식물에서는 H. F. Smith가 Fisher의 판별함수를 이용해 선발지수를 개발했다. 선발지수법은 여러 형질의 기록에 적절한 가중치를 주어 종합적인 유전적 가치를 평가하고 선발하는 방법이다.

④ O: Henderson은 **BLUP(최적선형불편예측)** 이론을 정립하여 가축의 육종가 평가를 발전시켰다. 육종가는 개체가 가진 유전자들의 상가적 효과를 합한 유전적 능력이다. BLUP은 혼합모형을 이용해 사육 집단 등 환경에 따른 효과를 고려하면서 유전적 능력을 예측하며, 개체 간 혈연정보도 활용할 수 있다.

NoteBase

문 6. 「가축개량목표」(농림축산식품부고시 제2023-3호)에 포함되지 않는 가축은?

① 한우

② 오리

③ 돼지

④ 닭

정답 2번

NoteBase

①

한우는 **생산성 향상과 품질 고급화 등을 위한 개량목표가 설정된 축종**이다.

가축개량목표(농림축산식품부고시 제2023-3호) 1. 한우
1. 한우
한우의 생산성 향상 및 품질 고급화, 농가경영 개선 및 개량기반 강화에 중점을 두고 개량목표를 다음과 같이 정한다.
□ 개량목표

https://d2u7om5rih5x7z.cloudfront.net/ox-images/drive-repair/1ecQAIyoU34dh8nmeJs1akYmuEoDcHOzL.webp

□ 미래목표
○ 검정소에서 개체별 사료섭취량 조사 체계를 마련('23~)하고 사료효율 지표 개발 및 저투입 · 고효율 개체 발굴 등을 통한 탄소저감 방안 모색
○ 송아지 생시 · 이유시 체중, 번식관련형질(교배산차, 산차별 수정율 등)에 대한 자료 수집 · 분석으로 개량형질 적용 가능성 검토
□ 목표 달성수단
○ 유전체 선발 기술을 고도화하여 유전능력 평가 정확도를 향상시키고, 도체형질 수집 대상 · 범위 확대*를 통해 씨수소 선발 정확도 제고
* 도체형질 수집 대상(후대검정우 → 육종농가, 당대검정 탈락우, 후대검정농가) 및 월령(24개월 → 30개월까지) 확대관련 연구(도체성적이용 씨수소 유전능력 평가모형 개발, '21~'23)
○ 농가대상 암소 유전체 분석 서비스, 고능력 수정란 생산(유전체 선발 암소 활용), 우량암소 보유 육종농가 등을 통한 우수 개체 선발로 암소개량 기반 강화
- 그간 개량사업에서 구축한 참조집단(유전체정보+혈통 · 검정자료 동시 보유)을 우수 유전능력 보유 암소 선발에 활용
- 인공수정전산화시스템 DB를 활용하여 검정사업에 참여하며 혈통이 관리되는 암소에 대한 번식기록(정액정보 등) 수집 체계 마련 추진
○ 소 사육방식 개선 시범사업(24~30개월령 실증시험 등, '22~'24)을 통해 단기사육 모델을 도출하고 장기적으로 농가 보급 추진

NoteBase

②

개량목표가 설정된 축종은 **한우·젖소·돼지·닭·말**이며, **오리는 포함되지 않는다**.

가축개량목표(농림축산식품부고시 제2023-3호) 1. 한우
1. 한우
한우의 생산성 향상 및 품질 고급화, 농가경영 개선 및 개량기반 강화에 중점을 두고 개량목표를 다음과 같이 정한다.
□ 개량목표

https://d2u7om5rih5x7z.cloudfront.net/ox-images/drive-repair/1ecQAIyoU34dh8nmeJs1akYmuEoDcHOzL.webp

□ 미래목표
○ 검정소에서 개체별 사료섭취량 조사 체계를 마련('23~)하고 사료효율 지표 개발 및 저투입 · 고효율 개체 발굴 등을 통한 탄소저감 방안 모색
○ 송아지 생시 · 이유시 체중, 번식관련형질(교배산차, 산차별 수정율 등)에 대한 자료 수집 · 분석으로 개량형질 적용 가능성 검토
□ 목표 달성수단
○ 유전체 선발 기술을 고도화하여 유전능력 평가 정확도를 향상시키고, 도체형질 수집 대상 · 범위 확대*를 통해 씨수소 선발 정확도 제고
* 도체형질 수집 대상(후대검정우 → 육종농가, 당대검정 탈락우, 후대검정농가) 및 월령(24개월 → 30개월까지) 확대관련 연구(도체성적이용 씨수소 유전능력 평가모형 개발, '21~'23)
○ 농가대상 암소 유전체 분석 서비스, 고능력 수정란 생산(유전체 선발 암소 활용), 우량암소 보유 육종농가 등을 통한 우수 개체 선발로 암소개량 기반 강화
- 그간 개량사업에서 구축한 참조집단(유전체정보+혈통 · 검정자료 동시 보유)을 우수 유전능력 보유 암소 선발에 활용
- 인공수정전산화시스템 DB를 활용하여 검정사업에 참여하며 혈통이 관리되는 암소에 대한 번식기록(정액정보 등) 수집 체계 마련 추진
○ 소 사육방식 개선 시범사업(24~30개월령 실증시험 등, '22~'24)을 통해 단기사육 모델을 도출하고 장기적으로 농가 보급 추진

가축개량목표(농림축산식품부고시 제2023-3호) 2. 젖소
2. 젖소
낙농가 수익증대 및 경영효율성 향상을 위하여 산유량, 유성분 및 체형 개량에 중점을 둔 개량목표를 다음과 같이

NoteBase

정한다.
□ 개량목표

https://d2u7om5rih5x7z.cloudfront.net/ox-images/drive-repair/13DWxYlYWTebBrHevsFhCKqnfJWJhewYu.webp

□ 미래목표
ㅇ 농가 실질소득증대를 위해 번식형질1) 및 장수성형질2)과 같은 신규 개량형질에 대하여 측정이 가능하도록 평가모형 및 유전능력평가 체계 구축('22~)
1) (번식형질) 생식형질(첫분만일령, 수태율, 분만간격 등) 및 분만형질(송아지 크기, 분만난이도)
2) (장수성형질) 우유생산능력이 유지되는 기간을 나타내는 경제수명
ㅇ A2베타카제인 유전체 및 단백질 조성 분석 등을 통해 활용 가능성 검토
□ 목표 달성수단
ㅇ 유전체 분석을 통한 선발기술을 씨수소 선발 등 개량사업에 도입
- 국제유전체평가*(Intergenomics-Holstein, '20.12.~) 결과를 활용하여 씨수소 선발의 정확도 제고
* 참여국(독일, 덴마크 등 5개국)이 씨수소 성적을 표준화하여 유전능력을 객관적 · 상대적으로 평가
- 국가단위 유전체 유전능력평가* 체계를 구축('22.12.)하여 씨수소 및 씨암소를 선발하고 정액 및 수정란 공급하여 개량량 향상
* 종축 선발 시 검정자료 및 혈통에 기반한 유전능력(기존) + 유전체 정보(추가)를 고려한 유전능력평가
ㅇ 유제품 생산에 적합하고 고온의 환경에 유량변동이 적은 저지종 도입 및 축군 조성 등 사육기반 마련
- 저지종 도입을 위해 수입종축 등 생산능력 · 규격기준(고시) 개정, 수정란 도입('23~'28) 및 농가 보급, 장기적으로 국산 수정란 및 정액 확보
ㅇ 수입산과 국산 정액의 유전능력 비교가 가능하도록 수입국가별로 상이한 유전능력평가결과를 국내 기준(KTPI*)으로 표시할 수 있도록 개선
* 젖소 경제형질(29가지)에 대해 가중치를 두어 유전능력을 계산한 한국형 지수

가축개량목표(농림축산식품부고시 제2023-3호) 3. 돼지
3. 돼지
양돈업의 경쟁력 향상을 위하여 돼지의 생육 및 번식능력 향상에 중점을 둔 개량목표를 다음과 같이 정한다.
□ 개량목표

https://d2u7om5rih5x7z.cloudfront.net/ox-images/drive-repair/1NuMT5vKVD5CFwyS4ukX2Vc2ZXmtrZ6ts.webp

NoteBase

* L : 랜드레이스, Y : 요크셔, D : 두록
□ 미래목표
ㅇ 검정종료일령을 시장출하 체중에 근접하게 변경(90kg 도달→105kg, ’23)하여 개량 목표치를 재설정
ㅇ 육질관련 형질 자료 수집을 위해 자동도체등급판정기를 통해 수집한 도체이미지 자료 활용 가능성 검토
* 순종돈 선발 탈락돈에 대한 도체판정으로 근내지방도와 육색 등 개량형질 이용 방안 검토
ㅇ 번식형질에 산자수외 자돈포유능력과 관련된 유두수에 대한 평가체계를 개발하고 개량형질 추가 검토
ㅇ 자동사료급이기 운용 · 관리 표준화 연구, 급이기 확대 등 농장검정 시 사료요구율 관련 자료(사료섭취량)를 수집 · 분석 기반 마련
ㅇ 유전체 분석 결과를 활용한 종돈 선발 방안 마련(참조집단, 유전체 DB 구축 등)
□ 목표 달성수단
ㅇ 돼지개량네트워크 구축사업 참여 종돈장 확대, 부모계 유전능력평가시스템 구축 등 국가단위 유전능력평가체계 강화
- 부계와 모계 통합 다형질(번식 · 생육형질) 평가 모델을 설정하고 유전능력평가 시스템 구축
* (현행) 부계는 생육형질, 모계는 번식형질 위주 조사 → (개선) 부모계 생육 · 번식형질 조사 · 분석
- 농장검정 및 종돈 공유 활성화를 위해 종돈장 및 정액등처리업체의 질병검사, 검정기준 준수여부 점검 등 사후관리
ㅇ 스마트팜의 정밀측정장비를 활용한 체척(체장, 체고 등), 지제, 유두수, 생식기 등에 관한 외모 평가(AI알고리즘 활용) 방안 마련
* 돼지 경제형질 체중, 체척 및 외모심사 정밀측정관리시스템 구축(IPET 연구과제, ’21~’23)

가축개량목표(농림축산식품부고시 제2023-3호) 4. 닭
4. 닭
생산성과 연계되고 자료 수집이 용이한 형질 위주로 개량목표를 재설정하고 순계단위 선발 · 교배가 가능한 토종닭을 추가하여 개량목표를 다음과 같이 정한다.
□ 개량목표

https://d2u7om5rih5x7z.cloudfront.net/ox-images/drive-repair/1ybTLNasTZRgQgxaYQIMgxTZPndWaFccd.webp

□ 미래목표
ㅇ 농장단위 검정자료(혈통 · 검정성적) 수집체계를 구축하고 생산지표로 활용도가 높은 품종별 개량형질 정립

NoteBase

등 활용 추진
ㅇ 토종닭의 경우 유전체 분석 · 선발을 위한 자료 수집 등 방안 마련
□ 목표 달성수단
ㅇ 일반검정(서류심사 및 현장확인) 위주로 능력검정 자료 수집이 어려운 닭검정기준 등을 정비하고 능력검정 참여농가에 대한 지원 방안 등 검토
ㅇ 토종닭 산업 활성화를 위해 토종닭 종축등록(등록기관 지정 등) 검토, 토종닭 인정제도를 민간(인정기관) 자율로 운영할 수 있도록 개선

가축개량목표(농림축산식품부고시 제2023-3호) 5. 말
5. 말
국내산 경주마의 능력 제고 및 생산 · 육성 기반을 강화하는 방향으로 개량목표를 설정하고 다음과 같이 정한다.
□ 개량목표

https://d2u7om5rih5x7z.cloudfront.net/ox-images/drive-repair/1Uq1cSkK_Z47UfrH64ess9xPFhYcTc0sD.webp

□ 미래목표
ㅇ 레저승용마 기록 · 혈통관리 및 능력검정을 통한 자료수집 체계를 구축하고 개량목표 설정 검토
ㅇ 단거리(1천미터) 경주에 국한된 제주마 경주거리 · 종목의 다양화 후 능력자료를 수집 · 분석하여 신규 개량목표로 추가
□ 목표 달성수단
ㅇ 경주마 선발기술*(K-NICKS) 활용, 우수 씨수말 도입, 씨암말 교체장려금 지원, 농가별 개량기술 컨설팅 둥을 통한 유전적 개량 가속화
* 부마와 모마의 유전체를 비교하여 자마의 능력을 산출하는 교배프로그램(번식마 90%수준 목표, ~‘27)
ㅇ 육성마 사양관리 기술지도, 증거기반 훈련프로그램(EBH)* 현장적용 등 국산마 육성조련을 강화
* 경기력 향상을 위해 말의 뇌구조, 행동, 반응 등 과학적 근거와 이해를 바탕으로 한 훈련기술
ㅇ 육성 · 조련 인프라 확충(훈련주로, 실내조련시설 등), 경마관계자 역량 강화 및 경주로 개선 등 경마환경 개선

NoteBase

③

돼지는 **생육 및 번식능력 향상에 중점을 둔 개량목표가 설정된 축종**이다.

가축개량목표(농림축산식품부고시 제2023-3호) 3. 돼지
3. 돼지
양돈업의 경쟁력 향상을 위하여 돼지의 생육 및 번식능력 향상에 중점을 둔 개량목표를 다음과 같이 정한다.
□ 개량목표

https://d2u7om5rih5x7z.cloudfront.net/ox-images/drive-repair/1NuMT5vKVD5CFwyS4ukX2Vc2ZXmtrZ6ts.webp

* L : 랜드레이스, Y : 요크셔, D : 두록
□ 미래목표
○ 검정종료일령을 시장출하 체중에 근접하게 변경(90kg 도달→105kg, ’23)하여 개량 목표치를 재설정
○ 육질관련 형질 자료 수집을 위해 자동도체등급판정기를 통해 수집한 도체이미지 자료 활용 가능성 검토
* 순종돈 선발 탈락돈에 대한 도체판정으로 근내지방도와 육색 등 개량형질 이용 방안 검토
○ 번식형질에 산자수외 자돈포유능력과 관련된 유두수에 대한 평가체계를 개발하고 개량형질 추가 검토
○ 자동사료급이기 운용 · 관리 표준화 연구, 급이기 확대 등 농장검정 시 사료요구율 관련 자료(사료섭취량)를 수집 · 분석 기반 마련
○ 유전체 분석 결과를 활용한 종돈 선발 방안 마련(참조집단, 유전체 DB 구축 등)
□ 목표 달성수단
○ 돼지개량네트워크 구축사업 참여 종돈장 확대, 부모계 유전능력평가시스템 구축 등 국가단위 유전능력평가체계 강화
- 부계와 모계 통합 다형질(번식 · 생육형질) 평가 모델을 설정하고 유전능력평가 시스템 구축
* (현행) 부계는 생육형질, 모계는 번식형질 위주 조사 → (개선) 부모계 생육 · 번식형질 조사 · 분석
- 농장검정 및 종돈 공유 활성화를 위해 종돈장 및 정액등처리업체의 질병검사, 검정기준 준수여부 점검 등 사후관리
○ 스마트팜의 정밀측정장비를 활용한 체척(체장, 체고 등), 지제, 유두수, 생식기 등에 관한 외모 평가(AI알고리즘 활용) 방안 마련
* 돼지 경제형질 체중, 체척 및 외모심사 정밀측정관리시스템 구축(IPET 연구과제, ’21~’23)

NoteBase

④

닭은 **생산성과 연계되고 자료 수집이 용이한 형질을 중심으로 개량목표가 설정된 축종**이다.

가축개량목표(농림축산식품부고시 제2023-3호) 4. 닭
4. 닭
생산성과 연계되고 자료 수집이 용이한 형질 위주로 개량목표를 재설정하고 순계단위 선발 · 교배가 가능한 토종닭을 추가하여 개량목표를 다음과 같이 정한다.
□ 개량목표

https://d2u7om5rih5x7z.cloudfront.net/ox-images/drive-repair/1ybTLNasTZRgQgxaYQIMgxTZPndWaFccd.webp

□ 미래목표
○ 농장단위 검정자료(혈통 · 검정성적) 수집체계를 구축하고 생산지표로 활용도가 높은 품종별 개량형질 정립 등 활용 추진
○ 토종닭의 경우 유전체 분석 · 선발을 위한 자료 수집 등 방안 마련
□ 목표 달성수단
○ 일반검정(서류심사 및 현장확인) 위주로 능력검정 자료 수집이 어려운 닭검정기준 등을 정비하고 능력검정 참여농가에 대한 지원 방안 등 검토
○ 토종닭 산업 활성화를 위해 토종닭 종축등록(등록기관 지정 등) 검토, 토종닭 인정제도를 민간(인정기관) 자율로 운영할 수 있도록 개선

NoteBase

문 7. 양적형질의 유전에서 표현형가와 유전자형가에 대한 설명으로 가장 옳은 것은?

① 표현형가에서 환경효과는 그 개체의 유전자형을 제외한 모든 다른 요소의 영향을 포함한다.

② 우성효과는 비대립유전자의 우열관계에 따라 나타난다.

③ 상위성 효과는 대립유전자 간의 상호작용에 의하여 나타난다.

④ 각각의 유전자 효과를 다 합한 값이 유전자형가와 같지 않을 경우 이를 상가적 효과라고 한다.

정답 1번

간단한 해설

환경효과는 사료·온도·사양관리 등 **개체의 유전자형 이외의 요인**이 표현형가에 미치는 영향을 뜻한다. 따라서 같은 유전자형을 가진 개체라도 환경에 따라 형질의 측정값이 달라질 수 있다.

선지별 해설

① O: 표현형가는 체중이나 산유량처럼 개체에서 관찰·측정되는 형질의 값이다. 이를 유전자형가와 환경효과로 나누어 설명할 때, 환경효과는 **그 개체의 유전자형을 제외한 모든 요인의 영향**을 포함한다. 사료의 질, 온도, 사양관리 등이 이에 해당한다.

② X: 우성효과는 **같은 유전자좌에 있는 대립유전자 간의 상호작용**에 의해 나타난다. 예를 들어 한 유전자좌의 A와 a 사이의 우열관계가 여기에 해당한다. 비대립유전자 간의 상호작용은 상위성 효과로 구분한다.

③ X: 상위성 효과는 **서로 다른 유전자좌의 비대립유전자 간 상호작용**에 의해 나타난다. 한 유전자좌의 효과가 다른 유전자좌의 유전자형에 따라 달라지는 경우이다. 같은 유전자좌의 대립유전자 간 상호작용은 우성효과이다.

④ X: 상가적 효과는 개체가 가진 각 유전자의 평균효과를 더하여 나타내는 효과이다. 유전자형가가 이 합과 일치하지 않는 것은 우성효과나 상위성 효과 같은 **비상가적 효과**가 있기 때문이다. 따라서 선지의 설명은 상가적 효과가 아니라 비상가적 효과에 해당한다.

NoteBase

문 8. 암컷 자돈의 이유 시 체중이 6.0kg, 그리고 동기군의 이유 시 체중이 6.5kg, 유전력이 0.3일 때, 이 암컷 자돈의 추정 육종가[kg]는?

① +0.15

② −0.15

③ +0.5

④ −0.5

정답 2번

간단한 해설

자돈의 체중과 동기군 평균의 차이인 **−0.5kg에 유전력 0.3을 곱하면** 추정 육종가는 −0.15kg이다. 이는 기준 평균보다 이유 시 체중의 유전적 능력이 낮게 추정된다는 뜻이다.

계산 과정

적용 관계: 육종가는 개체가 지닌 상가적 유전 효과의 합이다. 이 문제처럼 개체 자신의 기록과 동기군 평균을 이용할 때는 EBV = $h^2(P - \bar{P})$로 추정한다. 여기서 EBV는 추정 육종가, P는 자돈의 이유 시 체중, $\bar{P}$는 동기군 평균, h^2는 유전력이다. 체중에는 환경의 영향도 포함되므로 **평균에서 벗어난 체중 편차에 유전력을 곱해** 유전적 능력을 추정한다. 주어진 0.3이 이미 h^2의 값이므로 다시 제곱하지 않는다.

체중 편차: 6.0 − 6.5 = −0.5kg이다. 이 자돈의 이유 시 체중이 동기군 평균보다 0.5kg 낮으므로 편차는 음수이다.

추정 육종가: 0.3 × (−0.5) = −0.15kg이다. 음수는 실제 체중이 음수라는 뜻이 아니라, 동기군 평균을 기준으로 한 이유 시 체중의 유전적 능력이 낮게 추정된다는 뜻이다. 계산값 −0.15kg은 ②의 −0.15에 해당한다.

NoteBase

문 9. <보기>에서 다형질 선발에 대한 설명으로 옳은 것을 모두 고른 것은?

<보기>
ㄱ. 선발지수법은 여러 형질을 종합적으로 고려하여 하나의 점수로 산출한 다음 그 점수에 근거하여 선발하는 방법이다.
ㄴ. 독립도태법은 각 형질마다 일정한 수준을 정하여 어느 한 형질이라도 우수하면 선발하는 방법이다.
ㄷ. 다형질 선발은 후대검정으로만 가능하다.

① ㄱ
② ㄱ, ㄴ
③ ㄴ, ㄷ
④ ㄱ, ㄴ, ㄷ

정답 1번

간단한 해설

독립도태법은 한 형질만 우수하면 선발하는 것이 아니라 **모든 형질의 기준을 충족**해야 선발하는 방법이다. 여러 형질을 개량하는 다형질 선발은 **후대검정에만 한정되지 않는다**.

보기별 해설

ㄱ. O: 선발지수법은 여러 형질의 성적에 가중치를 부여하고 이를 합쳐 **하나의 종합 점수**를 구한 뒤, 그 점수를 기준으로 개체를 선발한다. 가중치를 정할 때는 형질별 경제적 중요도, 유전력, 형질 간 상관관계 등을 고려한다.

ㄴ. X: 각 형질마다 일정한 기준을 정한다는 부분은 맞지만, '어느 한 형질이라도 우수하면 선발'한다는 부분이 틀리다. 독립도태법은 **어느 한 형질이라도 기준에 미달하면 도태**하고, 모든 형질의 기준을 충족한 개체를 선발한다. 따라서 성장 능력이 매우 우수해도 다른 선발 형질의 기준에 미달하면 도태될 수 있다.

ㄷ. X: 다형질 선발은 여러 형질을 개량 대상으로 삼는다는 뜻이고, 후대검정은 자손의 성적을 이용하여 부모의 유전적 능력을 평가하는 방법이다. **개량할 형질의 수와 평가에 이용하는 정보는 서로 다른 구분**이므로, 다형질 선발에는 개체 자신의 성적이나 혈연 개체의 성적도 활용할 수 있다. 따라서 '후대검정으로만 가능하다'는 한정이 잘못되었다.

옳은 보기는 ㄱ뿐이므로, ㄱ만 제시한 ①에 해당한다.

NoteBase

문 10. <보기>의 (가), (나)에 들어갈 내용을 순서대로 바르게 나열한 것은?

<보기>
X 형질 선발에 의하여 Y 형질 변화에 나타난 반응을 _____(가)_____(이)라고 하고, X 형질을 개량할 때, X 대신 Y 형질을 선발하여 X 형질에 _____(가)_____이(가) 나타나게 함으로써 X 형질을 개량하는 방법을 _____(나)_____이라고 한다.

① (가): 상관반응
(나): 후대검정

② (가): 연관교차
(나): 후대검정

③ (가): 상관반응
(나): 간접선발

④ (가): 연관교차
(나): 간접선발

정답 3번

간단한 해설

한 형질의 선발로 유전적 상관이 있는 다른 형질에 나타나는 변화가 **상관반응**이다. 이 반응을 이용하여 목표 형질 대신 다른 형질을 선발하는 방법을 **간접선발**이라 한다.

빈칸별 해설

(가) 상관반응: X 형질을 기준으로 선발했는데 직접 선발하지 않은 Y 형질에도 유전적 변화가 나타나는 것을 말한다. 이는 두 형질 사이의 **유전적 상관**에 따른 반응이다. 보기의 뒷부분처럼 Y를 선발하여 X에 변화가 나타나는 경우에도, 직접 선발하지 않은 X의 변화가 상관반응에 해당한다.

(나) 간접선발: 개량하려는 목표가 X 형질이지만, **X 대신 Y를 선발**하여 X의 상관반응을 얻는 방법이다. 두 형질의 유전적 상관을 고려하여 X가 원하는 방향으로 변하도록 Y의 선발 방향을 정한다. 후대검정은 자손의 성적을 이용하여 부모의 유전적 능력을 평가하는 것이므로, 목표 형질 대신 다른 형질을 선발하는 간접선발과 구별된다.

(가)는 상관반응, (나)는 간접선발이므로 이 조합에 해당하는 선택지는 ③이다.

NoteBase

문 11. 종축집단에서 특정 개체에 대한 종축선발 여부를 자매(姉妹) 또는 형매(兄妹)의 능력에 근거를 두고 판단하는 선발방법으로 가장 옳은 것은?

① 혈통 선발
② 당대 검정
③ 가계 선발
④ 방계친척의 능력에 의한 선발

정답 4번

간단한 해설

자매·형매는 선발 대상과 조상을 공유하는 **방계친척**이다. 이들의 능력을 근거로 특정 개체의 유전적 능력을 판단하여 선발하는 것이 **방계친척의 능력에 의한 선발**이다.

개념 구분

방계친척의 능력에 의한 선발: 방계친척은 공통 조상을 가지면서 서로 조상과 자손의 관계에 있지 않은 친척으로, 자매·형매가 이에 해당한다. 이들은 선발 대상과 유전자를 공유하므로 그 성적을 대상 개체의 유전적 능력을 추정하는 자료로 이용할 수 있다. 문항처럼 **특정 개체를 자매·형매의 능력으로 평가**하는 방법을 형매 선발이라고도 한다.

가계 선발과의 구분: 가계 선발은 **가계의 평균 능력**을 기준으로 우수한 가계를 선택하는 데 초점을 둔다. 친척의 성적을 이용한다는 점은 관련되지만, 문항은 가계 자체의 선택보다 자매·형매의 성적으로 특정 개체의 선발 여부를 판단하는 방법을 구체적으로 묻는다.

혈통 선발·당대 검정과의 구분: 혈통 선발은 부모 등 **조상의 능력**을 근거로 선발하고, 당대 검정은 **선발 대상 자신의 능력**을 측정·평가한다. 자매·형매는 조상도 대상 개체 자신도 아니므로, 이들의 성적을 근거로 하는 문항의 방법과 구별된다.

NoteBase

문 12. DNA 복제에 관한 설명으로 가장 옳지 않은 것은?

① 복제방향은 각 가닥 모두 당의 5′ 말단에서 3′ 말단으로 진행된다.

② 반보전적 복제를 한다.

③ 복제를 시작할 때 짧은 가닥의 DNA 단편을 요구한다.

④ 복제원점에서부터 복제가 시작된다.

정답 3번

간단한 해설

DNA 복제를 시작할 때 필요한 짧은 가닥은 DNA 단편이 아니라 **RNA 프라이머**이다. DNA 중합효소는 프라이머가 제공하는 3′ 말단에 뉴클레오타이드를 덧붙여 새 DNA 가닥을 합성한다.

선지별 해설

① O: 새 DNA 가닥은 뉴클레오타이드가 **3′ 말단에 추가**되면서 5′ → 3′ 방향으로 합성된다. 선도 가닥은 연속적으로, 지연 가닥은 짧은 오카자키 절편으로 나뉘어 합성되지만, 두 가닥 모두 새 가닥의 합성 방향은 같다.

② O: 반보전적 복제란 복제 후 만들어진 각 DNA 이중가닥이 **기존 가닥 하나와 새로 합성된 가닥 하나**로 구성된다는 뜻이다. 분리된 기존의 두 가닥이 각각 주형이 되어 상보적인 새 가닥을 만든다.

③ X: DNA 중합효소는 아무 가닥도 없는 상태에서 합성을 시작하지 못하므로, 뉴클레오타이드를 덧붙일 수 있는 3′ 말단을 제공하는 프라이머가 필요하다. 이때 프라이메이스가 만드는 것은 **짧은 RNA 가닥**이므로, '짧은 가닥의 DNA 단편'을 '짧은 가닥의 RNA 프라이머'로 고쳐야 한다. RNA 프라이머는 이후 제거되고 그 자리가 DNA로 대체된다.

④ O: DNA 복제는 **복제원점**에서 시작된다. 이 부위에서 DNA 이중나선이 풀려 주형 가닥이 드러나고, 복제분기점이 형성되어 새 가닥의 합성이 진행된다.

NoteBase

문 13. 조합능력은 일반 조합능력(general combining ability)과 특정 조합능력(special combining ability)으로 구분된다. 종돈장에서 돼지의 일당증체량 형질에 대한 K계통의 일반 조합능력이 15g, S계통의 일반 조합능력이 20g이고, 이 두 계통간의 교배에 의한 자손의 평균능력이 55g이면, 특정 조합능력을 계산한 값[g]으로 가장 옳은 것은?

① 10

② 15

③ 20

④ 30

정답 3번

간단한 해설

전체평균을 별도로 더하지 않는 이 문항의 계산 방식에서는 특정 조합능력을 교배 자손의 능력에서 **두 계통의 일반 조합능력 합**을 빼서 구한다. 따라서 55 − (15 + 20) = 20g으로, 이 교배 조합은 일반 조합능력으로 기대되는 수준보다 20g 높은 능력을 보인다. 이는 55g을 전체평균에 대한 편차로 해석한 계산이다.

계산 과정

일반 조합능력은 한 계통이 여러 다른 계통과 교배할 때 나타내는 평균적인 능력이다. 특정 조합능력은 특정한 두 계통의 교배에서 **일반 조합능력으로 기대되는 수준과 실제 자손 능력의 차이**를 나타낸다.

전체평균을 포함하는 단순 모형은 $Y = \mu + g_K + g_S + s_{KS}$이다. 여기서 Y는 교배 자손의 평균능력, μ는 전체평균, g는 각 계통의 일반 조합능력 효과, s는 해당 교배의 특정 조합능력 효과이다. 따라서 일반 조합능력을 전체평균에 대한 효과로 사용할 때는 전체평균도 기대값에 포함한다.

원문에는 전체평균이나 평균 보정 여부가 제시되지 않았다. 공식 정답의 20g은 자손의 55g을 전체평균에 대한 편차로 해석하여 전체평균을 별도로 더하지 않는 계산에 해당한다. 55g이 평균 보정 전의 절대적인 능력값이라면 특정 조합능력을 확정하려면 전체평균이 추가로 필요하다.

일반 조합능력에 의한 기대값: K계통의 15g과 S계통의 20g을 더하면 15 + 20 = 35g이다. 이 해석에서 35g은 전체평균을 기준으로 두 계통의 일반 조합능력만으로 기대되는 능력의 증가분이다.

특정 조합능력: 전체평균에 대한 자손 능력의 편차를 55g으로 해석하면 55 − 35 = 20g이다. 양수이므로 K계통과 S계통의 특정 교배 조합에서 기대값보다 20g 높은 능력이 나타난다는 뜻이며, 선택지 ③의 20g에 해당한다.

NoteBase

문 14. 유전자의 특수작용에 대한 설명으로 가장 옳지 않은 것은?

① 홀스타인종의 백반의 크기는 다수의 변경유전자가 관여된 형질의 대표적인 예이다.

② 1개의 유전자가 여러 형질을 지배하는 현상은 유전자의 다면작용이다.

③ 출생 직후나 일정한 연령 도달 시기에 형태적 또는 생리적 결함을 초래해 그 개체를 죽게 하는 유전자를 치사유전자라 한다.

④ 산양에서 무각유전자가 자성간성을 만드는 것과, 밍크에서 모색을 갈색으로 만드는 유전자가 이석형성을 저해시켜 평형감각이상을 초래하는 것은 모두 변경유전자 작용이다.

정답 4번

간단한 해설

④의 두 사례는 한 유전자가 서로 다른 여러 형질에 영향을 미치는 **다면작용**이다. 변경유전자는 다른 유전자가 나타내는 형질의 발현 정도를 바꾸는 유전자이다.

선지별 해설

① O: 변경유전자는 다른 유전자의 작용을 수식하여 **형질이 나타나는 정도**를 바꾸는 유전자이다. 홀스타인종의 백반, 즉 흰 얼룩의 크기는 여러 변경유전자의 영향을 받으므로 개체마다 차이가 나타난다.

② O: 다면작용은 **하나의 유전자가 여러 형질에 영향**을 미치는 현상이다. 여러 유전자가 하나의 형질에 관여하는 경우와는 유전자와 형질의 관계가 반대이다.

③ O: 치사유전자는 형태적·생리적 결함을 일으켜 **개체의 생존을 불가능하게 하는** 유전자이다. 치사작용이 나타나는 시기는 유전자에 따라 다르므로 출생 직후뿐 아니라 일정한 연령에 도달한 뒤 죽음을 일으킬 수도 있다.

④ X: 두 사례는 변경유전자 작용이 아니라 **다면작용**이다. 산양에서는 무각 대립유전자가 동형접합인 유전적 암컷(XX)에서 자성간성이 나타날 수 있어, 같은 유전적 요인이 뿔의 유무와 성 발달에 함께 영향을 미친다. 선지의 밍크 사례도 모색을 갈색으로 만드는 유전자가 이석 형성을 저해하여 평형감각 이상까지 일으키므로 모색과 평형기능이라는 서로 다른 형질에 영향을 미치는 경우이다. 다른 유전자의 형질 발현 정도를 바꾸는 변경유전자와 구별한다.

NoteBase

문 15. <보기>에서 선발지수법의 선발지수를 산출하기 위해 필요한 것을 모두 고른 것은?

<보기>
ㄱ. 각 형질의 유전력 또는 상가적 유전분산
ㄴ. 각 형질 간의 표현형공분산 또는 표현형상관계수
ㄷ. 각 형질 간의 유전공분산 또는 유전상관계수

① ㄱ
② ㄴ
③ ㄱ, ㄴ
④ ㄱ, ㄴ, ㄷ

정답 4번

간단한 해설

선발지수의 가중치는 각 형질의 유전성과 경제적 중요도, 그리고 **형질 간 표현형 관계와 유전적 관계**를 함께 반영하여 정한다. 따라서 형질 자체의 유전 정보와 형질 사이의 두 가지 관계에 관한 정보가 모두 필요하다.

보기별 해설

선발지수법은 여러 형질의 기록에 각각 가중치를 곱하여 더한 값으로 개체를 평가하는 방법이다. 종합적인 유전적 가치를 잘 예측하도록 가중치를 정하려면, 형질별 경제적 중요도와 함께 다음 정보가 필요하다.

ㄱ. O: 상가적 유전분산은 개체 사이의 육종가 차이가 얼마나 큰지를 나타낸다. 좁은 의미의 유전력은 표현형분산 중 상가적 유전분산이 차지하는 비율이다. 이러한 정보는 **관측된 형질의 차이가 유전적 능력의 차이를 얼마나 반영하는지** 판단하여 가중치를 정하는 데 필요하다.

ㄴ. O: 표현형공분산이나 표현형상관계수는 관측된 두 형질이 함께 변하는 정도를 나타낸다. 여러 형질의 기록을 하나로 합칠 때 **기록 사이에 겹치는 정보**를 고려해야 하므로, 이 관계를 반영하여 각 기록의 가중치를 조정한다. 상관계수를 이용할 때는 각 형질의 표현형 표준편차도 함께 사용하여 공분산을 구한다.

ㄷ. O: 유전공분산이나 유전상관계수는 두 형질의 유전적 능력이 함께 변하는 정도와 방향을 나타낸다. 한 형질의 기록이 **다른 형질의 유전적 능력을 예측하는 데에도 기여**할 수 있으므로, 이러한 관계를 가중치에 반영해야 한다. 유전상관계수를 이용할 때는 각 형질의 상가적 유전 표준편차도 함께 사용하여 상가적 유전공분산을 구한다.

ㄱ·ㄴ·ㄷ은 모두 선발지수 산출에 필요한 정보이므로, 이를 모두 포함한 조합은 ④이다.

NoteBase

문 16. 한우의 어느 형질(예: 등심단면적)에 있어 상가적 유전분산은 0.4, 우성분산은 0.3, 상위성분산은 0.2, 환경분산은 1.1이었다. 이 형질에 대한 좁은 의미의 유전력(narrow-sense heritability)은?

① 0.20

② 0.30

③ 0.45

④ 0.60

정답 1번

간단한 해설

좁은 의미의 유전력은 표현형분산 중 **상가적 유전분산이 차지하는 비율**이다. 전체 분산은 2.0이므로 상가적 유전분산 0.4의 비율은 0.20, 즉 20%이다.

계산 과정

좁은 의미의 유전력 h^2은 상가적 유전분산 V_A을 표현형분산 V_P으로 나눈 값으로, $h^2 = \frac{V_A}{V_P}$이다. **분자에는 상가적 유전분산만** 넣으며, 우성분산과 상위성분산은 포함하지 않는다.

주어진 분산 성분을 합하면 **표현형분산**이 된다. 우성분산과 상위성분산도 전체 변이의 일부이므로 분모에는 포함한다.
표현형분산 = 0.4 + 0.3 + 0.2 + 1.1 = 2.0

따라서 $h^2 = \frac{0.4}{2.0} = 0.20$이다. 이 집단의 해당 형질에서 표현형분산의 20%가 상가적 유전분산에 해당한다는 뜻이며, 유전력은 단위 없는 비율이다. 계산값 0.20은 ①과 일치한다.

NoteBase

문 17. 가축의 형질에 관한 설명으로 가장 옳지 않은 것은?

① 가축의 형질은 질적 형질과 양적 형질로 구분할 수 있다.

② 양적 형질은 형질이 연속적으로 나타나며, 이는 형질의 발현에 여러 가지 비유전적인 영향이 함께 작용하기 때문이다.

③ 소의 뿔의 유무 및 닭의 산란수는 질적 형질이다.

④ 가축의 모색 유전은 복대립유전자 또는 상위유전자 효과 등에 의해 나타나기도 한다.

정답 3번

간단한 해설

소의 뿔 유무는 질적 형질이지만, **닭의 산란수는 양적 형질**이다. 산란수는 여러 유전자의 작용과 사양환경의 영향을 받아 개체마다 달라진다.

선지별 해설

① O: 가축의 형질은 표현형의 차이를 기준으로 질적 형질과 양적 형질로 구분할 수 있다. 질적 형질은 뿔의 유무처럼 **서로 구별되는 범주**로 나타나며, 양적 형질은 체중이나 산란수처럼 수량의 크기로 나타난다.

② O: 양적 형질은 일반적으로 여러 유전자가 함께 관여하고, 여기에 영양·온도·사양관리 같은 **비유전적 환경요인**도 작용하여 연속적인 변이를 보인다. 즉, 연속적인 차이는 다수 유전자의 효과와 환경의 영향이 함께 반영된 결과이다.

③ X: 소의 뿔 유무는 뿔이 있는지 없는지로 구분되는 질적 형질이지만, **닭의 산란수는 양적 형질**이다. 일정 기간에 낳는 알의 수는 여러 유전자의 작용과 환경의 영향을 받는다. 산란수를 정수로 센다고 해서 질적 형질이 되는 것은 아니다.

④ O: 모색에는 복대립유전자나 상위유전자 효과가 관여하기도 한다. 복대립유전자는 집단 내에서 **한 유전자좌에 세 종류 이상의 대립유전자**가 존재하는 경우를 말한다. 상위유전자 효과는 **서로 다른 유전자좌 사이의 작용**으로, 한쪽 유전자가 다른 쪽 유전자의 표현형 효과를 가리거나 바꾸는 것이다. 따라서 모색 유전을 항상 한 쌍의 대립유전자 사이의 단순한 우열관계만으로 설명할 수는 없다.

NoteBase

문 18. X 형질과 Y 형질의 유전분산은 각각 4.0과 9.0이며, 두 형질 간 유전공분산은 3.0이다. 두 형질 간의 유전상관값은?

① 0.25

② 0.33

③ 0.50

④ 0.75

정답 3번

간단한 해설

유전상관은 유전공분산을 **두 형질의 유전표준편차의 곱**으로 나눈 값이다. 유전표준편차가 각각 2와 3이므로 유전상관은 $\frac{3.0}{2\cdot 3} = 0.50$이다.

계산 과정

유전상관은 두 형질의 유전적 변이가 함께 변하는 정도를 표준화한 값이다. X와 Y의 유전표준편차를 각각 σ_X, σ_Y, 유전공분산을 C_{XY}라 하면, 유전상관은 $r_G = \frac{C_{XY}}{\sigma_X \sigma_Y}$이다. 공분산을 표준편차의 곱으로 나누므로 형질의 측정 단위에 영향을 받지 않는다.

주어진 4.0과 9.0은 유전분산이므로 **제곱근을 취해 유전표준편차로 바꾼다**. 따라서 $\sigma_X = \sqrt{4.0} = 2$, $\sigma_Y = \sqrt{9.0} = 3$이며, 두 유전표준편차의 곱은 $2 \times 3 = 6$이다.

유전공분산 3.0을 이 곱으로 나누면 $r_G = \frac{3.0}{2\cdot 3} = 0.50$이다. 유전상관은 단위가 없는 값이며, 양수이므로 두 형질의 유전적 변이가 같은 방향으로 함께 변하는 경향을 뜻한다.

계산한 유전상관 0.50은 ③의 값과 일치한다.

NoteBase

문 19. <보기>에서 가축의 교배법에 대한 설명으로 옳은 것을 모두 고른 것은?

<보기>
ㄱ. 이형접합체인 F_1이 양친 중 어느 한쪽과 교배하는 경우를 검정교배라고 한다.
ㄴ. 근친교배는 불량한 열성유전자를 제거하는 데 이용할 수 있다.
ㄷ. 능력이 불량한 재래종을 개량하는 데 누진교배를 이용할 수 있다.

① ㄱ
② ㄴ
③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ

정답 4번

간단한 해설

잡종 제1대를 양친 중 어느 한쪽과 교배하는 것은 **퇴교배(역교배)**이다. 검정교배는 교배 상대가 해당 형질에 대해 **열성 동형접합체**여야 한다.

보기별 해설

ㄱ. X: 이형접합체인 잡종 제1대를 양친 중 어느 한쪽과 교배하는 것은 **퇴교배(역교배)**이다. 검정교배는 유전자형을 알아보려는 개체를 해당 형질의 열성 동형접합체와 교배하여 자손의 형질을 조사하는 방법이다. 따라서 열성 동형접합체인 부모와의 퇴교배는 검정교배가 될 수 있지만, 양친 중 어느 쪽과 교배하든 모두 검정교배가 되는 것은 아니다.

ㄴ. O: 근친교배는 혈연관계가 가까운 개체끼리의 교배로, 자손의 동형접합성이 증가한다. 이형접합 상태에서 드러나지 않던 불량 열성유전자가 동형접합이 되면 불량 형질이 나타나므로, 그 개체를 **번식에서 제외하는 도태**를 통해 집단 내 해당 유전자를 줄이는 데 이용할 수 있다. 근친교배 자체가 유전자를 없애는 것은 아니며, 선발과 도태가 함께 이루어져야 한다.

ㄷ. O: 누진교배는 재래종 암컷에 우수한 개량종 수컷을 교배한 뒤, 그 암컷 자손에 **같은 개량종의 수컷을 세대마다 반복하여 교배**하는 방법이다. 세대가 지날수록 개량종의 유전적 비중을 높여 개량종에 가까워지게 하므로, 능력이 불량한 재래종의 개량에 이용할 수 있다.

옳은 보기는 ㄴ과 ㄷ이며, 이 조합은 ④에 해당한다.

NoteBase

문 20. 한우의 공태일수(Days Open, DO)는 경산우에 해당하는 번식형질이다. 한우의 공태일수 계산방법으로 가장 옳은 것은?

① 공태일수=분만 후 수태일-직전분만일

② 공태일수=분만일-마지막 수정일

③ 공태일수=분만 후 첫 수정일-직전분만일

④ 공태일수=첫 송아지 생일-암소 개체의 생일

정답 1번

간단한 해설

공태일수는 경산우가 **분만한 뒤 다시 수태할 때까지** 걸린 일수이다. 따라서 분만 후 수태일에서 직전분만일을 뺀다.

공통 해설

공태일수(DO)는 이미 분만한 암소에서 직전 분만을 시작점으로 하여, 그 뒤 다시 임신이 성립한 수태일까지의 기간을 일 단위로 나타낸 것이다. 계산식은 공태일수=수태일-직전분만일이며, 여기서 수태일은 직전 분만 이후의 수태일을 뜻한다.

종료 시점은 단순히 수정을 실시한 날이 아니라 **실제로 수태가 이루어진 날**이다. 첫 수정에서 수태되지 않을 수도 있으므로 분만 후 첫 수정일까지의 기간으로 대신할 수 없다. 또한 수태 후 다음 분만까지의 기간이나 암소의 출생일부터 첫 송아지를 낳을 때까지의 기간은 '직전 분만부터 재수태까지'라는 공태일수의 범위와 다르다.

NoteBase