



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2022-0090737
(43) 공개일자 2022년06월30일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C12Q 1/6888 (2018.01)
(52) CPC특허분류
C12Q 1/6888 (2018.05)
C12Q 2600/156 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2020-0181558
(22) 출원일자 2020년12월23일
심사청구일자 2020년12월23일

(71) 출원인
(주)인실리코젠
경기도 용인시 기흥구 흥덕1로 13, 타워동 2901호, 2902호, 2903호, 2904호(영덕동, 흥덕아이티밸리)
충남대학교산학협력단
대전광역시 유성구 대학로 99 (궁동, 충남대학교)
(72) 발명자
김형용
경기도 안양시 동안구 관악대로 135, 126동 1006호(비산동, 비산 삼성 래미안)
이준현
대전광역시 유성구 어은로 57, 103동 606호(어은동, 한빛아파트)
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
최규환

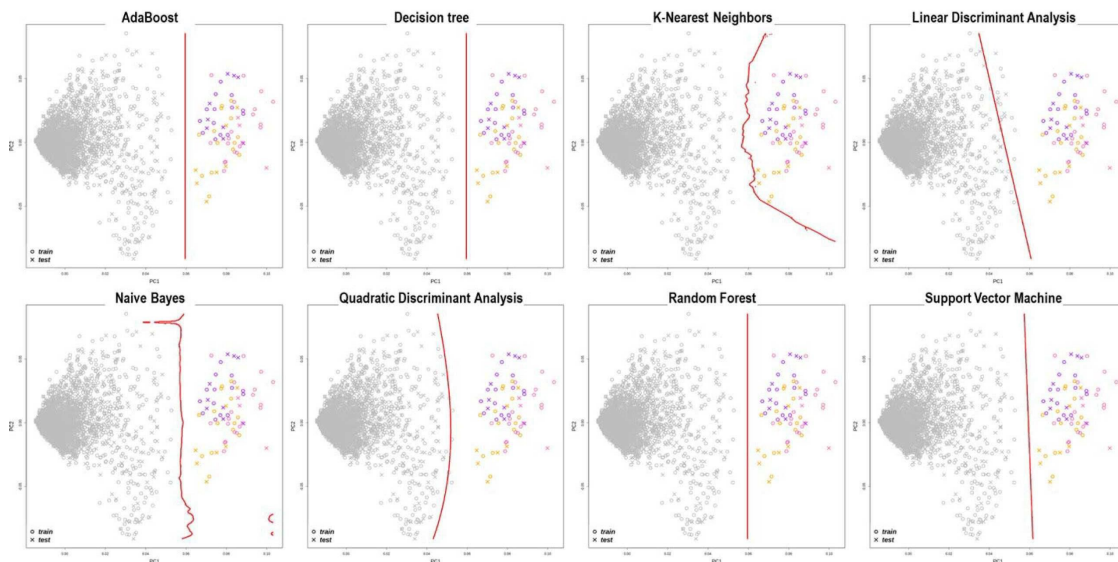
전체 청구항 수 : 총 9 항

(54) 발명의 명칭 토종닭 또는 육계 신품종을 판별하기 위한 SNP 마커 조성물 및 이의 용도

(57) 요약

본 발명은 토종닭 또는 육계 신품종을 판별하기 위한 SNP 마커 조성물 및 이의 용도에 관한 것으로, 본 발명의 SNP 마커 조성물은 토종닭 또는 토종닭을 이용하여 육종한 육계 신품종을 정확하게 식별하기 위한 품종 특이적이고 최적화된 SNP 마커의 조합으로, 토종닭의 유통과정에서 부정행위를 방지하는 수단으로 활용될 수 있으며, 토종닭에 대한 소비자의 신뢰도를 상승시켜 가금 생산 농가의 소득 증대에 도움을 줄 수 있을 것으로 기대된다. 뿐만 아니라 본 발명의 마커는 한국에서 유통되는 품종 및 계통뿐만 아니라, 전 세계에 공개된 주요 174개 품종과 비교하여 토종닭을 정확하게 구분가능하기 때문에 국제적 활용의 기반이 될 것으로 사료된다.

대표도



(72) 발명자

최남우

경기도 수원시 영통구 봉영로 1613, 2002호(영통동, 영통하우스토리)

서동원

세종특별자치시 장군면 외암길 17

조성현

대전광역시 유성구 계룡로 84, 734호(봉명동)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1545021239
과제번호	213010054SB220
부처명	농림축산식품부
과제관리(전문)기관명	농림식품기술기획평가원
연구사업명	GoldenSeed프로젝트(R&D)(농림부)
연구과제명	신품종 토종닭 육종 모형 개발 및 통합관리체계 구축
기 여 율	1/2
과제수행기관명	(주)인실리코젠
연구기간	2017.01.01 ~ 2021.12.31

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1545021307
과제번호	213010054SB250
부처명	농림축산식품부
과제관리(전문)기관명	농림식품기술기획평가원
연구사업명	GoldenSeed프로젝트(R&D)(농림부)
연구과제명	토종닭 개체 및 집단식별 분자표지 개발과 검증체계 구축
기 여 율	1/2
과제수행기관명	충남대학교 산학협력단
연구기간	2017.01.01 ~ 2021.12.31

명세서

청구범위

청구항 1

서열번호 2, 4, 6, 7, 8, 9, 12, 15, 16, 17, 19, 21, 23, 24, 26, 28, 29, 32, 34, 35, 37, 38, 40, 43, 47, 50, 52, 56, 58, 60, 63, 65, 67, 72, 77, 82, 84, 86, 91, 93, 96, 97, 101, 106, 115, 116 및 118의 염기서열로 이루어진 폴리뉴클레오타이드에 있어서, 각각의 염기서열 중 36번째에 위치한 SNP(single nucleotide polymorphism) 염기를 포함하는 8개 이상의 연속된 뉴클레오타이드로 구성된 폴리뉴클레오타이드 또는 이의 상보적인 폴리뉴클레오타이드를 포함하는, 토종닭 또는 육계 신품종을 판별하기 위한 SNP 마커 조성물.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 SNP 마커 조성물은, 서열번호 1, 10, 13, 20, 22, 25, 27, 42, 44, 48, 49, 51, 55, 64, 74, 76, 78, 81, 85, 94, 95, 103, 104, 105, 110, 111, 112, 113, 114, 117 및 119의 염기서열로 이루어진 폴리뉴클레오타이드에 있어서, 각각의 염기서열 중 36번째에 위치한 SNP(single nucleotide polymorphism) 염기를 포함하는 8개 이상의 연속된 뉴클레오타이드로 구성된 폴리뉴클레오타이드 및 이의 상보적인 폴리뉴클레오타이드로 이루어진 군으로부터 선택되는 하나 이상의 폴리뉴클레오타이드를 추가로 포함하는 것을 특징으로 하는, 토종닭 또는 육계 신품종을 판별하기 위한 SNP 마커 조성물.

청구항 3

제1항 또는 제2항에 있어서, 상기 연속된 뉴클레오타이드는 8개 내지 100개의 연속된 뉴클레오타이드인 것을 특징으로 하는 토종닭 또는 육계 신품종을 판별하기 위한 SNP 마커 조성물.

청구항 4

제1항 또는 제2항에 있어서, 상기 토종닭은 한협 품종 H, F 또는 Y인 것을 특징으로 하는 토종닭 또는 육계 신품종을 판별하기 위한 SNP 마커 조성물.

청구항 5

제1항 또는 제2항에 기재된 SNP(single nucleotide polymorphism) 염기를 포함하는 폴리뉴클레오타이드 또는 이의 cDNA를 포함하는, 토종닭 또는 육계 신품종 판별용 마이크로어레이.

청구항 6

토종닭 의심 개체 또는 육계 신품종 개체에서 게놈 DNA를 분리하는 단계; 및

상기 분리된 게놈 DNA에서 제1항 또는 제2항에 기재된 폴리뉴클레오타이드의 SNP(single nucleotide polymorphism) 위치 염기의 유전자형을 결정하는 단계;를 포함하는, 토종닭 또는 육계 신품종의 판별방법.

청구항 7

제6항에 있어서, 상기 토종닭은 한협 품종 H, F 또는 Y인 것을 특징으로 하는 토종닭 또는 육계 신품종의 판별방법.

청구항 8

제1항 또는 제2항에 기재된 SNP(single nucleotide polymorphism) 염기를 포함하는 폴리뉴클레오타이드를 증폭하기 위한, 토종닭 또는 육계 신품종 판별용 프라이머 세트.

청구항 9

제8항의 프라이머 세트; 및 증폭 반응을 수행하기 위한 시약을 포함하는, 토종닭 또는 육계 신품종을 판별하기 위한 키트.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 토종닭 또는 육계 신품종을 판별하기 위한 SNP 마커 조성물 및 이의 용도에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 가금육은 우리나라 전체 육류생산량의 20% 이상을 차지하여 농가 소득 및 농촌 경제에 중요한 역할을 담당하고 있다. 그 중에서 가장 높은 비율을 차지하는 닭은 그 종자를 대부분 축산선진국(미국, 영국, 프랑스, 독일, 덴마크 등)으로부터 수입에 의존하고 있는 실정이다. 또한, 소(2008년), 돼지(2014년)의 경우 생산이력제 사업이 추진되어 국내종과 수입종의 구분으로 신뢰성을 확보해 나가고 있는 반면, 재래닭의 경우 보존 및 개발이 많이 이루어져 있지 않은 상태에 있고 그 명칭이나 구분이 명확하지 않아 국내종으로서의 신뢰성 확보가 시급한 실정이다. 농림축산식품부는 닭, 오리고기, 계란 등 가금산물의 유통경로를 소비자들이 한눈에 확인할 수 있도록 2019년 하반기 '가금 및 가금산물 이력제' 도입을 목표로 2018년 11월 시범사업을 추진하는 계획을 발표하였다.

[0003] 한국 정부는 가금육의 수입 의존도를 낮추고 미래농업을 선도하는 종자강국 실현을 위해 토종닭 품종을 개발하는 골든씨드 프로젝트(Golden Seed Project)를 기획하였다. 상기 프로젝트를 통해 개발되는 토종닭 신품종은 국내시장 점유율 30% 이상, 해외시장 수출 100만 달러의 목표로 진행되고 있다. 따라서, 앞으로 개발될 토종닭 품종의 경우 유전자형을 이용한 개체식별 방법을 확립하여 신속하고 정확하게 식별할 수 있는 방법이 필요하다. 그러나, 닭의 유전자 상에서 개체 식별이 가능한 도메인(domain)은 닭의 품종에 따라 다양하게 나타나기 때문에, 닭의 개체 식별을 위해서는 닭의 특이적인 유전양상에 근거한 표지 유전자를 선정하고, 이들을 활용한 유전자 감식기법을 설정하는 것이 중요하다.

[0004] 한편, 한국등록특허 제1751932호에는 한국산 재래닭의 일당 증체량에 대한 유전능력을 조기에 예측하고 식별할 수 있는 '신규한 DNA 표지인자 및 이를 이용한 선별방법'이 개시되어 있고, 한국공개특허 제2018-0050470호에는 '재래닭 개체 식별용 초위성체 마커 및 이를 이용한 재래닭의 개체 식별 방법'이 개시되어 있으나, 본 발명의 '토종닭 또는 육계 신품종을 판별하기 위한 SNP 마커 조성물 및 이의 용도'에 대해서는 기재된 바가 없다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 본 발명은 상기와 같은 요구에 의해 도출된 것으로서, 본 발명자들은 신품종 토종닭을 정확하게 식별하기 위한 최적화된 SNP 마커의 조합을 개발하기 위해서, 한협외 토종닭 9계통, 국립축산과학원의 토종닭 6계통, 육용 및 산란 실용계 5계통 및 전 세계에 공개된 주요 174개 닭 품종을 포함한 총 3,518 마리의 닭의 유전자형 정보를 600K 고밀도 SNP 칩을 이용하여 획득하였고, 획득된 유전자형의 SNPs 정보를 바탕으로 주성분 분석(Principal Coordinates Analysis)을 실시한 결과, 일부 품종을 제외하고는 대부분의 품종이 클러스터를 형성하며 구분이 잘 이뤄지는 것을 확인하였다. 또한, 본 발명자는 골든씨드 프로젝트에서 신품종 토종닭을 생산하기 위해 주로 사용되는 한협외 HH, HF 및 HY 계통을 명확하게 구분할 수 있는 SNP 조합을 선별하기 위해 총 120개의 SNP를 선별하였고, 600K 칩으로 유전자형 분석을 수행한 동일한 샘플을 대상으로 상기 선별된 120개의 SNP 조합을 이용하여 주성분 분석을 재수행한 결과, 각 집단이 명확하게 구분되는 것을 확인함으로써, 본 발명을 완성하였다.

과제의 해결 수단

[0006] 상기 과제를 해결하기 위해, 본 발명은 서열번호 2, 4, 6, 7, 8, 9, 12, 15, 16, 17, 19, 21, 23, 24, 26, 28, 29, 32, 34, 35, 37, 38, 40, 43, 47, 50, 52, 56, 58, 60, 63, 65, 67, 72, 77, 82, 84, 86, 91, 93, 96, 97, 101, 106, 115, 116 및 118의 염기서열로 이루어진 폴리뉴클레오티드에 있어서, 각각의 염기서열 중 36번째에 위치한 SNP(single nucleotide polymorphism) 염기를 포함하는 8개 이상의 연속된 뉴클레오티드로 구성된 폴리뉴클레오티드 또는 이의 상보적인 폴리뉴클레오티드를 포함하는, 토종닭 또는 육계 신품종을 판별하기 위한 SNP 마커 조성물을 제공한다.

[0007] 또한, 본 발명은 상기 SNP 염기를 포함하는 폴리뉴클레오티드 또는 이의 cDNA를 포함하는, 토종닭 또는 육계 신품종 판별용 마이크로어레이를 제공한다.

[0008] 또한, 본 발명은 토종닭 의심 개체 또는 육계 신품종 개체에서 게놈 DNA를 분리하는 단계; 및 상기 분리된 게놈

DNA에서 본 발명에 따른 폴리뉴클레오티드의 SNP 위치 염기의 유전자형을 결정하는 단계;를 포함하는, 토종닭 또는 육계 신품종의 판별방법을 제공한다.

[0009] 또한, 본 발명은 상기 SNP 염기를 포함하는 폴리뉴클레오티드를 증폭하기 위한, 토종닭 또는 육계 신품종 판별용 프라이머 세트를 제공한다.

[0010] 또한, 본 발명은 상기 프라이머 세트; 및 증폭 반응을 수행하기 위한 시약을 포함하는, 토종닭 또는 육계 신품종을 판별하기 위한 키트를 제공한다.

발명의 효과

[0011] 본 발명에 따른 SNP 마커 조성물은 토종닭의 유통과정에서 발생하는 부정행위를 방지하는 수단으로 활용될 수 있으며, 토종닭에 대한 소비자의 신뢰도를 상승시켜 가금 생산 농가의 소득 증대에 도움을 줄 수 있을 것으로 기대된다. 뿐만 아니라 본 발명의 마커는 한국에서 유통되는 품종 및 계통뿐만 아니라, 전 세계에 공개된 주요 174개 품종과 비교하여 토종닭을 정확하게 구분가능하기 때문에 국제적 활용의 기반이 될 것으로 사료된다.

도면의 간단한 설명

[0012] 도 1은 600K 고밀도 SNP 칩을 이용하여 획득된 SNP들의 유전자형 정보를 바탕으로 닭 3,518 마리의 주성분 분석(Principal Coordinates Analysis)을 실시한 결과이다. 유색으로 표시된 집단 HH, HF, HY 품종은 Case 그룹이고, 회색으로 표시된 다른 계통의 품종은 Control 그룹을 의미한다.

도 2는 선발된 120개의 SNPs 조합을 이용하여, 600K 칩으로 유전자형 분석을 수행한 동일한 샘플로 다시 주성분 분석을 수행한 결과이다. 유색으로 표시된 집단 HH, HF, HY 품종은 Case 그룹이고, 회색으로 표시된 다른 계통의 품종은 Control 그룹을 의미한다.

도 3은 선발된 120개의 SNPs (표 2 내지 표 5)의 식별능력을 시뮬레이션하기 위해, 확보된 유전자형을 이용하여 가상의 자손을 생성하여 주성분 분석과 8개의 기계학습별 품종 식별 경향을 나타낸 결과이다.

도 4는 선발된 최적의 78개의 SNPs (표 7 및 표 8)의 식별능력을 시뮬레이션하기 위해, 확보된 유전자형을 이용하여 가상의 자손을 생성하여 주성분 분석과 8개의 기계학습별 품종 식별 경향을 나타낸 결과이다.

도 5는 선발된 최소의 47개의 SNPs (표 7)의 식별능력을 시뮬레이션하기 위해, 확보된 유전자형을 이용하여 가상의 자손을 생성하여 주성분 분석과 8개의 기계학습별 품종 식별 경향을 나타낸 결과이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0013] 본 발명의 목적을 달성하기 위하여, 본 발명은 서열번호 2, 4, 6, 7, 8, 9, 12, 15, 16, 17, 19, 21, 23, 24, 26, 28, 29, 32, 34, 35, 37, 38, 40, 43, 47, 50, 52, 56, 58, 60, 63, 65, 67, 72, 77, 82, 84, 86, 91, 93, 96, 97, 101, 106, 115, 116 및 118의 염기서열로 이루어진 폴리뉴클레오티드에 있어서, 각각의 염기서열 중 36번째에 위치한 SNP(single nucleotide polymorphism) 염기를 포함하는 8개 이상의 연속된 뉴클레오티드로 구성된 폴리뉴클레오티드 또는 이의 상보적인 폴리뉴클레오티드를 포함하는, 토종닭 또는 육계 신품종을 판별하기 위한 SNP 마커 조성물을 제공한다.

[0014] 또한, 본 발명은 상기 SNP 마커 조성물에 서열번호 1, 10, 13, 20, 22, 25, 27, 42, 44, 48, 49, 51, 55, 64, 74, 76, 78, 81, 85, 94, 95, 103, 104, 105, 110, 111, 112, 113, 114, 117 및 119의 염기서열로 이루어진 폴리뉴클레오티드에 있어서, 각각의 염기서열 중 36번째에 위치한 SNP(single nucleotide polymorphism) 염기를 포함하는 8개 이상의 연속된 뉴클레오티드로 구성된 폴리뉴클레오티드 및 이의 상보적인 폴리뉴클레오티드로 이루어진 군으로부터 선택되는 하나 이상의 폴리뉴클레오티드를 추가로 포함하는, 토종닭 또는 육계 신품종을 판별하기 위한 SNP 마커 조성물을 제공한다.

[0015] 본 발명의 SNP 마커 조성물에 있어서, 상기 연속된 뉴클레오티드는 8 내지 100개의 연속된 뉴클레오티드일 수 있으나, 이에 제한되지 않는다.

[0016] 본 명세서에서 용어, "뉴클레오티드"는 단일 가닥 또는 이중 가닥 형태로 존재하는 디옥시리보뉴클레오티드 또는 리보뉴클레오티드이며, 특별하게 다르게 언급되어 있지 않은 한 자연의 뉴클레오티드의 유사체를 포함한다.

[0017] 본 명세서에서 용어 "다형성(polymorphism)"이란 같은 종의 생물이라도 모습이나 고유한 특징이 다양하게 나타나는 것 또는 하나의 유전자 좌(locus)에 두 가지 이상의 대립 유전자(allele)가 존재하는 경우를 말하며, 다형

성 부위 중에서 개체에 따라 단일 염기만 다른 것을 "단일염기다형성(single nucleotide polymorphism, SNP)"이라 한다. 우리나라 고유 유전자원에 대한 연구와 유전자원의 보전을 위해 단일염기다형성을 이용한 SNP DNA 분석법을 이용한 다양한 연구가 수행되고 있으나, 토종닭과 관련된 연구는 제한적으로 진행되고 있는 실정이다. 상기 다형성을 확인하기 위한 다형성 마커는 선택된 집단에서 1% 이상, 바람직하게는 5% 이상 또는 10% 이상의 발생빈도를 나타내는 두 가지 이상의 대립유전자를 가지는 것일 수 있다.

[0018] 본 명세서에서 용어 "토종닭"은 순수 혈통의 재래닭과, 외국에서 유래하였으나 도입 경위가 명확하고 개량을 거쳐 최소 7세대 이상 우리나라의 기후와 풍토에 안정적으로 정착한 품종을 포함하는 의미이다.

[0019] 본 발명의 일 구현 예에 따른 SNP 마커 조성물에 있어서, 상기 토종닭은 한협 품종 H, F 또는 Y 일 수 있으나, 이에 제한되지 않으며, 상기 육계 신품종은 한협 품종 H, F 또는 Y를 이용하여 육종한 품종 혹은 이들의 자손 개체일 수 있다. 상기 한협 품종 H, F 또는 Y는 GSP(golden seed project) 신품종 토종닭 개발의 핵심계통으로 활용되고 있는 집단으로, 본 발명에 따른 SNP 마커 조성물은 한협 품종 H, F 또는 Y와 다른 닭 품종간의 유전형을 높은 정확도로 구별할 수 있으므로, 토종닭 자원에 대한 권리확보 및 보호에 유용하게 사용될 수 있을 것이다.

[0020] 본 발명의 일 구현 예에 따른 SNP 마커 조성물에 있어서, 상기 SNP 위치 염기는 서열번호 1 내지 120의 염기서열 모두 36번째로, 다형성 염기 정보는 표 2 내지 5의 SNP 염기서열 정보에서 [/]로 표시하였으며, 본 발명의 서열번호 1 내지 120의 염기서열 표 2 내지 표 5의 사선(/) 앞에 위치한 염기를 포함하는 서열을 의미한다.

[0021] 본 발명에 따른 SNP 조성물은 서열번호 2, 4, 6, 7, 8, 9, 12, 15, 16, 17, 19, 21, 23, 24, 26, 28, 29, 32, 34, 35, 37, 38, 40, 43, 47, 50, 52, 56, 58, 60, 63, 65, 67, 72, 77, 82, 84, 86, 91, 93, 96, 97, 101, 106, 115, 116 및 118의 염기서열로 이루어진 47개의 폴리뉴클레오티드를 최소 마커 조합으로 포함할 수 있고, 상기 외에 서열번호 1, 10, 13, 20, 22, 25, 27, 42, 44, 48, 49, 51, 55, 64, 74, 76, 78, 81, 85, 94, 95, 103, 104, 105, 110, 111, 112, 113, 114, 117 및 119의 염기서열로 이루어진 SNP 염기를 포함하는 폴리뉴클레오티드로 이루어진 군으로부터 선택되는 하나 이상의 폴리뉴클레오티드를 추가로 포함할 수 있다. 상기 47개의 폴리뉴클레오티드로 이루어진 최소 SNP 마커 조합은 특징 중요도(Feature Importance; FI)를 기준으로 선발되었으며 AdaBoost 기계 학습 모델에서 토종닭과 그 외의 닭 품종을 높은 정확도로 구별할 수 있는 최소의 마커 조합이다.

[0022] 본 발명은 또한, 상술한 SNP(single nucleotide polymorphism) 염기를 포함하는 폴리뉴클레오티드 또는 이의 cDNA를 포함하는, 토종닭 또는 육계 신품종 판별용 마이크로어레이를 제공한다. 상기 폴리뉴클레오티드는 바람직하게는, 아미노-실란(amino-silane), 폴리-L-라이신 또는 알데히드 활성기가 코팅된 기판에 고정될 수 있으나, 이에 제한되지는 않는다. 상기 폴리뉴클레오티드를 기판에 고정화시키는 방법으로는 피에조일렉트릭(piezoelectric) 방식을 이용한 마이크로피펫팅(micropipetting), 핀(pin) 형태의 스폿터(spotter)를 이용한 방법 등을 사용할 수 있으나, 이에 한정되지 않으며, 당업계에 공지된 다양한 방법을 이용할 수 있다. 또한, 상기 기판은 실리콘 웨이퍼(silicon wafer), 유리, 석영(quartz), 금속 또는 플라스틱일 수 있으나, 이에 제한되지는 않는다.

[0023] 본 발명에 따른 마이크로어레이는 전술한 것과 같이 염기서열 내에 SNP 염기를 포함하는 서열번호 2, 4, 6, 7, 8, 9, 12, 15, 16, 17, 19, 21, 23, 24, 26, 28, 29, 32, 34, 35, 37, 38, 40, 43, 47, 50, 52, 56, 58, 60, 63, 65, 67, 72, 77, 82, 84, 86, 91, 93, 96, 97, 101, 106, 115, 116 및 118의 염기서열로 이루어진 47개의 폴리뉴클레오티드를 최소 조합으로 하여 구성될 수도 있고, 상기 47개의 폴리뉴클레오티드에 서열번호 1, 10, 13, 20, 22, 25, 27, 42, 44, 48, 49, 51, 55, 64, 74, 76, 78, 81, 85, 94, 95, 103, 104, 105, 110, 111, 112, 113, 114, 117 및 119의 염기서열로 이루어진 SNP 염기를 포함하는 폴리뉴클레오티드로 이루어진 군으로부터 선택되는 하나 이상의 폴리뉴클레오티드를 추가로 포함하여 구성될 수도 있다. 상기 폴리뉴클레오티드는 토종닭인 한협 품종 H, F 또는 Y와 다른 닭 품종간에 다형성을 나타내는 SNP 염기를 포함하고 있으므로, 본 발명에 따른 마이크로어레이는 토종닭 특히, 한협 품종 H, F 또는 Y를 다른 닭 품종들로부터 판별하는데 유용하게 활용될 수 있다.

[0024] 본 발명은 또한, 토종닭 의심 개체 또는 육계 신품종 개체에서 게놈 DNA를 분리하는 단계; 및 상기 분리된 게놈 DNA에서 본 발명에 따른 폴리뉴클레오티드의 SNP(single nucleotide polymorphism) 위치 염기의 유전자형을 결정하는 단계;를 포함하는, 토종닭 또는 육계 신품종의 판별방법을 제공한다.

[0025] 본 발명의 토종닭 또는 육계 신품종의 판별방법에 있어서, 상기 폴리뉴클레오티드는 전술한 것과 같으며, 각 품

리뉴클레오타이드의 SNP 위치 염기의 유전자형 정보는 표 2 내지 5에 개시된 것과 같다.

- [0026] 본 발명의 토종닭 또는 육계 신품종의 판별방법은 피검체(토종닭 의심 개체 또는 육계 신품종 개체)로부터 분리한 게놈 DNA에서 본 발명에 따른 폴리뉴클레오타이드의 SNP 염기의 유전자형의 결정을 통해, 피검체가 한협 품종 H, F 또는 Y인지, 혹은 한협 품종 H, F 또는 Y를 이용하여 육성된 품종인지를 판별할 수 있게 되는 것이다.
- [0027] 본 발명의 판별방법에 있어서, 피검체(토종닭 의심 개체 또는 육계 신품종 개체)로부터 게놈 DNA를 분리하는 방법은 당업계에 알려진 통상적인 방법을 통하여 이루어질 수 있다. 예를 들면, 조직 또는 세포로부터 DNA를 직접적으로 정제하거나 PCR과 같은 증폭 방법을 사용하여 특정한 영역을 특이적으로 증폭하고 이를 분리함으로써 이루어질 수 있다. 본 발명에 있어서, DNA란 DNA 뿐만 아니라 mRNA로부터 합성되는 cDNA도 포함한다. 피검체로부터 핵산을 얻는 단계는 예를 들면, PCR 증폭법, 리가제 연쇄 반응(ligase chain reaction), 전사증폭(transcription amplification), 자가유지 서열복제(self-sustained sequence replication system; Guatelli 등, Proc. Natl. Acad. Sci. USA (1990) 87:1874-1878) 및 핵산 서열 기재 증폭(nucleic acid sequence-based amplification)이 사용될 수 있으나, 이에 제한되지는 않는다.
- [0028] 분리된 DNA의 유전자형 결정 즉, 염기서열의 분석은 당업계에 알려진 다양한 방법에 의하여 이루어질 수 있다. 예를 들면, 디데옥시법에 의한 직접적인 핵산의 뉴클레오타이드 서열의 결정을 통하여 이루어지거나, SNP 부위의 서열을 포함하는 프로브 또는 그에 상보적인 프로브를 상기 DNA와 혼성화시키고 그로부터 얻어지는 혼성화 정도를 측정함으로써 다형성 부위의 뉴클레오타이드 서열을 결정/분석하는 방법 등이 이용될 수 있으나, 이에 제한되지는 않는다. 상기 혼성화의 정도는 예를 들면, 검출가능한 표지를 표적 DNA에 표지하여, 혼성화된 표적 DNA만을 특이적으로 검출함으로써 이루어질 수 있으며, 그외 전기적 신호 검출방법 등이 사용될 수 있으나, 이에 제한되지는 않는다.
- [0029] 본 명세서에서 용어 "프로브(probe)"는 타겟 핵산 서열에 실질적으로 상보적인 부위 또는 부위들을 포함하는 단일-가닥 핵산 분자를 의미한다. 또한, 용어 "혼성화(hybridization)"는 상보적인 단일 가닥 핵산들이 이중-가닥 핵산을 형성하는 것을 의미한다. 혼성화는 완전히 매칭되거나 일부 미스매치로 실질적으로 매칭되는 2개의 핵산 가닥 사이에서 일어날 수 있다. 혼성화를 위한 상보성은 혼성화 조건, 특히 온도에 따라 달라질 수 있다.
- [0030] 또한, 본 발명에 따른 토종닭 또는 육계 신품종의 판별방법은 각 개체의 유전자형 분석 결과를 기계학습 모델을 통해 정확도 및 특이도를 검증할 수 있고, 상기 기계학습 모델은 AdaBoost, Random Forest, K-Nearest Neighbors, Linear SVM, Naive Bayes, Quadratic Discriminant Analysis 또는 Decision Tree 모델일 수 있으나, 이에 제한되지 않는다.
- [0031] 본 발명은 또한, 본 발명에 따른 SNP 염기를 포함하는 폴리뉴클레오타이드를 증폭하기 위한, 토종닭 또는 육계 신품종 판별용 프라이머 세트를 제공한다.
- [0032] 본 발명의 프라이머 세트에 있어서, 상기 SNP 염기를 포함하는 폴리뉴클레오타이드는 서열번호 2, 4, 6, 7, 8, 9, 12, 15, 16, 17, 19, 21, 23, 24, 26, 28, 29, 32, 34, 35, 37, 38, 40, 43, 47, 50, 52, 56, 58, 60, 63, 65, 67, 72, 77, 82, 84, 86, 91, 93, 96, 97, 101, 106, 115, 116 및 118의 염기서열로 이루어진 것 또는, 상기 염기서열에 서열번호 1, 10, 13, 20, 22, 25, 27, 42, 44, 48, 49, 51, 55, 64, 74, 76, 78, 81, 85, 94, 95, 103, 104, 105, 110, 111, 112, 113, 114, 117 및 119의 염기서열로 이루어진 염기서열이 추가로 포함된 것일 수 있으며, 자세한 정보는 전술한 것과 같다.
- [0033] 본 명세서에서, 용어 "프라이머"는 카피하려는 핵산 가닥에 상보적인 단일 가닥 올리고뉴클레오타이드 서열을 말하며, 프라이머 연장 산물의 합성을 위한 개시점으로서 작용할 수 있다. 상기 프라이머의 길이 및 서열은 연장 산물의 합성을 시작하도록 허용해야 한다. 프라이머의 구체적인 길이 및 서열은 요구되는 DNA 또는 RNA 표적의 복잡도(complexity) 뿐만 아니라 온도 및 이온 강도와 같은 프라이머 이용 조건에 의존할 것이다. 본 발명에 따른 프라이머 세트는 정방향 및 역방향 프라이머가 하나의 프라이머 세트를 이룰 수 있고, 대립유전자(allele) 특이적 정방향 프라이머 2개와 역방향 프라이머 1개가 하나의 프라이머 세트를 이룰 수도 있으며, 또는 ASP(SNPtype assay allele specific primer)1, ASP2, LSP(SNPtype assay locus specific primer) 및 STA(SNPtype assay specific target amplification primer) 프라이머가 하나의 프라이머 세트를 이루는 Fluidigm SNP 유전형 분석용 프라이머 세트일 수 있으나, 이에 제한되지 않는다.
- [0034] 본 발명의 올리고뉴클레오타이드 프라이머 세트는 증폭 반응을 통해 표적 서열(SNP 염기를 포함하는 폴리뉴클레오타이드)을 증폭할 수 있다. 표적 핵산을 증폭하는 방법은 당업계에 잘 알려져 있으며, 상업적으로 이용가능한 키트를 이용할 수도 있다.

[0035] 본 발명은 또한, 상기 프라이머 세트; 및 증폭 반응을 수행하기 위한 시약을 포함하는, 토종닭 또는 육계 신품종을 판별하기 위한 키트를 제공한다.

[0036] 본 발명의 키트에서, 상기 증폭 반응을 수행하기 위한 시약은 DNA 폴리머라제, dNTPs, 버퍼 등을 포함할 수 있다. 또한, 본 발명의 키트는 최적의 반응 수행 조건을 기재한 사용자 안내서를 추가로 포함할 수 있다. 안내서는 키트 사용법, 예를 들면, PCR 완충액 제조 방법, 제시되는 반응 조건 등을 설명하는 인쇄물이다. 안내서는 팜플렛 또는 전단지 형태의 안내 책자, 키트에 부착된 라벨, 및 키트를 포함하는 패키지의 표면에 설명을 포함한다. 또한, 안내서는 인터넷과 같이 전기 매체를 통해 공개되거나 제공되는 정보를 포함한다.

[0038] 이하, 본 발명을 실시예에 의해 상세히 설명한다. 단, 하기 실시예는 본 발명을 예시하는 것일 뿐, 본 발명의 내용이 하기 실시예에 한정되는 것은 아니다.

[0040] 1. SNP 마커 선별을 위한 재료 및 방법

[0041] 공시축은 15계통의 한국 토종닭 집단과 5계통의 실용계 집단으로 구성된 총 283마리의 닭 샘플을 실험에 이용하였다. 한국 토종닭 집단은 한협 중계회사가 보유한 순계 9계통(HH: 23마리, HF: 23마리, HG: 23마리, HS: 23마리, HV: 23마리, HW: 23마리, HA: 20마리, HY: 21마리, HZ: 15마리)과 국립축산과학원(The National Institute of Animal Science, NIAS)에서 제공한 순계 6계통(NC: 6마리, ND: 6마리, NH: 6마리, NS: 6마리, NR: 6마리, NY: 5마리)으로 구성되어 있으며, 실용계 집단은 3종의 Cobb, Arbor Acre, Ross 회사의 육용계(Cobb: 12마리, Ab: 10마리, Ross: 12마리)와 2종의 Hyline brown, Lohman brown 회사의 산란계(HL: 10마리, LO: 10마리)로 구성되어 있다.

[0042] 게노믹 DNA(gDNA)는 PrimePrepTM DNA Isolation 키트(GenetBio, Korea)를 이용하여 공시축의 혈액을 통해 추출하였다. 추출된 gDNA의 품질과 농도는 NanoDrop 분광광도계(Thermo Fisher Scientific, USA)를 이용하여 측정하였다. 추출된 DNA는 실험 전까지 -20℃에서 냉동 보관하였다. 상기 확보한 gDNA는 Axiom 600K chicken array SNP chip (Affymetrix, USA)을 이용하여 580,954개의 SNP(Single Nucleotide Polymorphism)의 유전자형 정보를 확인하였다. 확인된 유전자형 정보는 더욱 정확한 결과 도출을 위해 PLINK 소프트웨어(ver. 1.91, <http://zzz.bwh.harvard.edu/plink/>)를 활용하여 geno 옵션으로 유전자형 분석 오류가 10% 이상인 SNP들을 제거하는 QC(quality control)를 수행하였다.

[0043] 마커선발을 위한 비교 데이터로 전 세계에 공개된 주요 174개 품종으로 구성된 총 3,235 마리의 닭 유전자형 정보를 이용하였다. 유전자형 정보는 더욱 정확한 결과 도출을 위해 앞선 방식과 동일하게 PLINK 소프트웨어를 활용하여 geno 옵션으로 유전자형 분석 오류가 10% 이상인 SNP들을 제거하는 QC를 수행하였다.

[0044] QC 과정을 수행한 SNP 유전자형 정보를 바탕으로 PLINK 소프트웨어를 이용하여 데이터 규합 후 주성분 분석(Principal Coordinates Analysis, PcoA)을 실시하였다. 이를 통해 얻어진 데이터는 R software package를 이용하여 plot을 시각화하였다.

[0046] 2. SNP 마커 후보 세트 구성

[0047] 600K SNP 칩으로 유전형질을 확인한 집단 중에서 GSP(golden seed project) 신품종 토종닭 개발의 핵심계통으로 활용되고 있는 집단은 case 그룹(HH, HF, HY)으로 설정하고 HH, HF 및 HY를 제외한 나머지 집단은 모두 control 그룹으로 설정하여 case 그룹의 특이적인 SNP를 확보하기 위해 두 집단간의 GWAS(Genome-Wide Association Study)를 실시하였다. 분석결과에서 case 및 control 그룹을 유의적으로 구분할 수 있는 SNP들은 chi-square p-value 값에 따라 우선순위를 설정하였다. GWAS 방법을 이용하여 도출한 SNP 순위 중 상위 SNP들의 대부분이 거대 염색체에 포진되어 있는 단점과 집단의 연관불평형(Linkage Disequilibrium, LD) 다양성 정보를 활용하기 위해 LD 블록을 계산하였으며 계산 결과를 토대로 LD 블록을 계산하지 않은 SNP 및 1, 50 LD당 SNP를 선별하여 세트 당 120개의 SNP를 포함한 3종의 SNP 조합 세트(set 1, 2, 3)를 구성하였다.

[0048] 상기 3종의 SNP 조합 세트들의 품종 식별능을 평가하기 위하여 각각의 SNP 조합 세트를 이용하여 PLINK 소프트웨어를 이용하여 주성분 분석(PcoA)을 실시하였다. 그 결과, 도 2에 개시된 것과 같이 50 LD당 SNP를 선별한 set 3의 결과가 최적의 집합양상을 나타내었다. 또한 50 LD당 SNP를 선별한 set 2의 SNP는, 120개 SNP의 대다수

가 1번 염색체에 몰려있는 set 1의 결과와 달리 전반적으로 SNP들이 각각의 염색체에 고루 분포하였다(하기 표 1 참고).

3. 최적의 SNP 마커 세트 구성

조합이 구성된 SNP 세트 중에서 set 3의 효율이 좋은 것을 확인하여 세트들의 SNP 유전자형 정보를 PLINK 소프트웨어(ver. 1.91)를 이용하여 각각 PcoA를 실시하였다. 추가적으로 PcoA 결과를 바탕으로 집단들을 가장 잘 구분할 수 있는 최적의 분류 모델(classification model)을 확인하기 위해 8가지의 기계학습 알고리즘(Nearest Neighbors, Linear SVM, Random Forest, AdaBoost, Naive Bayes, Linear Discriminant Analysis, Quadratic Discriminant Analysis algorithm, Decision tree)을 적용하여 최적의 120개 SNP 조합 세트 및 분류 모델을 판별하였다.

이어서 SNP 마커 개수에 따른 품종 구분 가능 정도를 확률적으로 계산하였다. 민감도(sensitivity)는 본 발명의 SNP 마커에 의해 test 그룹으로 예상되는 개체가 실제로 test 그룹일 확률의 정확도를 의미한다.

$$Sensitivity = \frac{true\ Test\ group\ chicken}{estimate\ Test\ group\ chicken}$$

특이도(specificity)는 본 발명의 SNP 마커에 의해 non-test 그룹으로 예상되는 개체가 실제로 non-test 그룹일 확률의 정확도를 의미한다.

$$Specificity = \frac{true\ non - Test\ group\ chicken}{estimate\ non - Test\ group\ chicken}$$

실시예 1. 토종닭 구분을 위한 SNP 마커의 선별

283 마리의 SNP 유전자형 정보를 600K 고밀도 SNP 칩을 이용하여 각각 획득하였고, 174개 닭 품종을 포함한 총 3,518 마리의 닭으로부터 생산된 유전자형 정보를 바탕으로 PcoA를 실시한 결과 일부 품종을 제외하고는 대부분의 품종이 클러스터를 형성하며 구분이 잘 이뤄지는 것을 확인할 수 있었다(도 1).

GSP에서 신품종 토종닭을 생산하기 위해 주로 사용되는 품종은 HH, HF, HY의 3개의 계통이 3원교잡의 방법으로 생산되게 되는데, HH, HF, HY 계통의 경우는 한협에서 특이적으로 보유하고 있는 재래닭 품종에 해당하며, HH 및 HF 계통은 육용특성의 부계통으로, HY 계통은 산란특성의 모계통으로 활용되고 있어 교배 계획 전반에 활용되고 있을뿐만 아니라, 유전성분과 특성으로도 충분한 독립성을 띄고 있기 때문에 SNP 선별 주요 품종으로 선택하였다. HH, HF와 HY 계통을 명확하게 구분할 수 있는 SNP 조합을 선별하기 위해 유전자형 분석 에러가 10%이상 확인된 SNP를 QC한 유전자형 정보를 통계분석 도구인 PLINK를 이용하여 HH, HF 및 HY를 Case 그룹으로 설정하고, 나머지 토종닭 집단 및 실용계 집단을 모두 Control 그룹으로 설정한 후 Case, Control 집단에 대한 연관 분석을 수행하였다. 그 결과의 유의미한 차이인 X2(Chi-Square) p-값을 획득하여 낮은 순서로 정렬한 후 성염색체인 Z 염색체 SNP를 제거하고, Case 집단의 특이 동형접합 좌위를 선별하였다. 또한, 유전체 전체에서 SNP를 고르게 선별하고자 집단의 연관불평형(Linkage Disequilibrium; LD) 블록 정보를 분석하여 LD 블록 50개당 하나의 마커를 선별한 결과(set 2), 1번 염색체에서 27개, 2번 염색체에서 15개, 4번 염색체에서 12개, 5번 염색체에서 각각 9개, 8번 염색체에서 7개, 24번 염색체에서 6개, 3번 및 14번 염색체에서 각각 5개, 6번, 7번 및 20번 염색체에서 각각 4개, 11번, 9번 및 18번 염색체에서 각각 3개, 15번, 22번, 23번, 25번, 26번 및 28번 염색체에서 각각 2개, 12번, 13번, 14번, 17번, 27번 염색체에서 각각 1개씩 총 120개의 SNP 조합을 얻을 수 있었다.

표 1

Set 3의 SNP 구성

염색체 번호	SNP 수	염색체 번호	SNP 수
1	27	15	2
2	15	17	1

3	5	18	3
4	12	20	4
5	9	22	2
6	4	23	2
7	4	24	6
8	7	25	2
9	3	26	2
12	1	27	1
13	1	28	2
14	5		

[0061] 선발된 120개의 SNP 조합(표 2 내지 표 5)을 이용하여, 600K 칩으로 유전자형 분석을 수행한 동일한 샘플로 다시 주성분 분석을 수행한 결과 Case 집단 구분이 잘 되는 것을 확인할 수 있었다(도 2).

표 2

120개의 SNP 마커

CHR	Probe Set ID	dbSNP RS ID	Physical Position	Strand	Flank (서열번호)
1	AX-75356992	rs316891297	17452368	+	AAACCTTTGAGTCTCTGTCGCCGTGGCGGATCATGCAJAJGJACAGATGAGTGAGTTGTTATATAAGTACTGTTATAT (1)
1	AX-75366021	rs314587522	17825463	+	TCCCCAATACTACTGGGGAGTGAATCTGGAACTGJC/JTGGCTGGTGTAGGCGAAGTAGATTTTCATGAAC (2)
1	AX-80928041	rs318007895	18223161	+	GTTTTTCATCAATGTTAGGATGTCATGCTATCTC/JTAGTGGATCTGTTATCTAACTACTATTAGCAGA (3)
1	AX-75380435	rs314081284	18389352	+	AGCTGGAATTAATGTTTATTGTTAGCTTATATGTCJC/JGGTTTGTATCTAATGATCAATATTAGATTCTTA (4)
1	AX-75402083	rs314693128	19168911	+	AGTTATGTGAATTTAGAACCAAGTATCTTCCATCJAJGJGCGAGTATACTAGTTCTGGTTGTAAAGTGAATTT (5)
1	AX-75405681	rs314309580	20894944	+	AGGCCAGGCCACTGATGATGAGGAGAGTGGATG/JTAGTGGACTAGTGGCTGGAGAGGCTCAGGCTCTGG (6)
1	AX-75406334	rs13836353	21216243	+	ATTTTCTTTTCCACGTGGTGAAGCATGCCCTGGTGAJAJGJTTAGGATTAGCTTTTGACACTACTGCAATGAATA (7)
1	AX-75408042	rs313298364	22058241	+	ACTGCAATGGGATTAAGGATGACACTGGAAGGTATC/JTJGAAAGAACAGTTTTCAGCTATTTTCTCTATG (8)
1	AX-75408260	rs317047847	22165451	+	AGGCATTCAGTTTGTGTACACTTTCTGCAAAATTTJAJGJAAAGCTCTCAGAAATAGATAGATTAATGATCCCA (9)
1	AX-75409362	rs13837890	22702666	+	AGTCGATTAATTATTATACCTTAAGCCTTCTGTAJG/JTTTAACTAGCTGTCCATTGTGTAACGTGGCCCTG (10)
1	AX-75409827	rs315310345	22937598	+	TTGGATTAATATGTGCACTGGGCAACCCCTGAAGTJAJGJCAAGAACCAACACAGGGATGGTACCACCATCA (11)
1	AX-75434123	rs313283175	34985186	+	TCCCCAGCTTAAAGAACTGCACACGAAGCAAGAJAJGJTAGGCAAAAGCTAGAAATCCTCATTTCTTCAAAA (12)
1	AX-75450463	rs313203281	42820847	+	GAACTTCAGTTGCTGCTAGAGACCAAGAACTGGJAJCJTTAGATAATAGATGTAGTACAGTGGATCTTTAA (13)
1	AX-75462219	rs13863488	48455604	+	AGCAGCATTAATAAIAAGGTGTTCCCTTTGCACTTG/JTAAGTTTTCTATTAGTTAGTTGATGGTTTACTTTAA (14)
1	AX-75475349	rs313410311	54715470	+	GCTTGCATTAGCTGATTAAGGCTCAAAAAITCAJJC/JTCCCTGTCTGCAAGGTAACTCTTTCTGTCTGC (16)
1	AX-75487452	rs316696742	60474916	+	GTTCAACCATGAGCTAGACAGAAAGCTGTAAACTGGJAJGJATGTTCAAAAAGCCATCAGCTGATGACTGCAACA (17)
1	AX-75491029	rs13656992	62214844	+	TAAACAGAGAGAGATTGCAACATCTGACAGTTGGAJJC/JTATTGTATTATTCACTGAAATTGGAATAAGTAGT (18)
1	AX-75552678	rs312497175	92072672	+	TGGCAGTTGTTTACATGTTGGTTCAAAATTTCTAJC/JTTATTGTATAGAACTTTGTGTGACTCTTAG (20)
1	AX-80915068	rs315532693	95323023	+	CCGGATGAAGCAGGGCACTTACTTACGTTTGAJAJC/JTAAAGATACTTAATTTCTATATCTCTTTTAT (21)
1	AX-75186938	rs316097718	99586898	+	GGGTAAAGAGCCCTGCTGATCTAAACATAAGTATAAGJAJGJATAGATGTAAAGTCAAAATCAGATTCAAGGGA (22)
1	AX-75198590	rs314478326	104771542	+	ACAGCTGATATGTTTCTTAGGCAAAACCAJAJGJATTATGATGCTTTAGGCAAAACCAJAJGJGTTTCT (23)
1	AX-75206904	rs313763852	108343547	+	AAAAACCCCAAGTGGGGAGTTGTGATAAAATCJAJGJTAAGAAATGGCAATATATTTATGTGTCTACGCCAG (24)
1	AX-75222039	rs314781979	115395284	+	TTCTGATTAACACAGACATATAGCTCTTAAAGATJC/JTCTGACTATACCTTAATATATAAAGTGAGATGGTG (25)
1	AX-75374047	rs313928154	117702156	+	TGGTACTACTATTATATGTTGCTACAAAAAATATACJAJCCTTCTATAGCTGTAGCTACTAGCTTATAGTGCC (26)
1	AX-75374047	rs312597451	185074090	+	CCTGGTGAGAGCAGACTCCAGAGCATCCGTGJAJGJAAAGAAAGCCCAAGCATTTCTCACTTTCTGCAAA (27)
2	AX-76020418	rs316883372	13710073	+	TCTTTCTGCGCATTTGTGCAATGATTTACTTG/JTCAACAAAGCACAATGAAATTCAAAAAATAA (28)
2	AX-76085145	rs318133949	38527564	+	AAAAATATGCTACTTAACATCTTCTAGTAGAAGCAJAJGJTAGAGGACTAAGTTGTTCTCACTGTAGTTGAAAGAC (29)
2	AX-76120446	rs316788346	58910107	+	ACTGCTTCAAAATATTATAGATCAAAATATTGGGJC/JTGAATTTGATTTTGGCTCTTATTAAGCACTTCA (30)

표 3

120개의 SNP 마커

CHR	Probe Set ID	dbSNP RS ID	Physical Position	Strand	Flank (서열번호)
2	AX-76150422	rs313308938	75279207	+	TTCCAGTGAATAACAGTCTTATGATACCCACTG/C/TTCAATATTGGTCCCAAGTGTGCTAAAGATCACCCAA (31)
2	AX-76172442	rs14215108	87098514	+	CATTCTGGAGCTGCTATTTTCTACATTCCTCCG/C/TTCTATTACTGCAATGCGCAAGGCGATAGATCTAC (32)
2	AX-76179376	rs312337555	90774107	+	GTTTGAATAACATCGAGGAAAGCAAGGGGATTAC/C/AGCTGTGGAAACAGGGAAGCAAAAGTGCACGTTACG (33)
2	AX-75957719	rs317703580	105173641	+	AACAAAGATTAACAGAGATTGTACACCATTC/C/AGCTTTGTGTAGTGTATTAATAACTTTGATTCTGAAT (34)
2	AX-75974410	rs14237037	113824798	+	TAACATGTCTATATGACGACAAACATCTTACTAC/C/TTTCAGGCTCATCCACCTCTTATATGCAATGAT (35)
2	AX-75979214	rs316468908	116495735	+	AAATATATTATCTCTCTGAAAGCTTAATGTT/C/AGGTTAGTAAGCAACCATATATAATTACTCAGATT (36)
2	AX-75987754	rs314160031	121232834	+	ATTATATGCAATATGATCTTATTTATCTTAA/C/TTCTTCTAGATTGGTAAATTCTAATTCATCTGAAAAAT (37)
2	AX-76002254	rs314188139	128459152	+	AACAGTGCACATGATTTCACCGCCCTGGCAGAT/C/TTGCTAGGAATTCGGCTTGTGTGCTGTGCTGACAGG (38)
2	AX-76007840	rs312745104	131261434	+	GGAGGAGGGAAGTGGGGATTCAGATTATGAAGAT/C/TTTCTGGGGCATTTTAATGATCTATCATGCAAAAGT (39)
2	AX-76023226	rs316854124	139488302	+	AAGTGGAGAGGAGCAGGTTTCAAGTCTTTAA/C/TTTCAATGGAAAGTGAAGGCGAGGTGCTCAGCAACT (40)
2	AX-76027045	rs312887550	141363379	+	ACAGGATCCCTGTGTATCACATCATGCTGCTGAA/C/AGCCCTGTGTTAACAGCACCGCTCTTATTCTGTT (41)
2	AX-76032820	rs315054173	144250044	+	TACTGTGATCAAAATAAAGGATTCCTTTATAT/C/ATACATAGTTTCTGGTATGCTATCAGATGCTT (42)
3	AX-76572817	rs313168945	86854	+	TTTTCATTTCAATGATCTGATCTGTTGATGATTC/C/AGTTACTCAAGCAAGTGATTTATGTGACACTGT (43)
3	AX-76470963	rs315209339	38653020	+	CAGGCTAAAAAGACCTTGACACACTGCGAC/C/CTCTGAAAGTTGTGACAGAGTACTGCTGTACAG (44)
3	AX-76548920	rs316084420	74977491	+	CAGTAGCTAACAGTTGTGTGCTGTTGAAAAATG/C/TTAAATGTTGATTAATACCCCATGATTGATCTGAAG (45)
3	AX-76559643	rs317528813	79930571	+	CCATCAGTTGGGTGTGGAGCCCAAGGGGCTCC/C/AGTCTCTCCATGTTGGGAACATCTCAGTATTTCTGTG (46)
3	AX-76573686	rs315948672	86678426	+	TTGTCAAAAGTGCATGCTGGCCCTTCTACTTAATG/C/TTGCTGCAATGAACCAAGTCTCTAGTAGTTTAATGG (47)
4	AX-76644165	rs314613565	3107537	+	CATTTCAGTGCAGCCATTACCGTGTGTCAGAGT/C/TTGATGTCCTGTGTCAAGCTGTGTCAAAGCCAAAGTGCC (48)
4	AX-76640492	rs16360298	10343965	+	TTATATGTCATGCTAATTTGTTATCTGATGATTC/C/TTGCTTTACAGTGGCAATATGCAATTTTCAAGTCT (49)
4	AX-76619978	rs317064336	19134019	+	AGCGAAAGACATTGCTAGGCGAGGGCAGCAGAGAGG/C/TTGTCAATGAGAACTAACACTTGAAGCTTTCAGC (50)
4	AX-80902611	rs16377400	24831776	+	AGTCTCCAGGCGAGGAATCAAGAAATTACAAATG/C/TTAATTTGCTATATCTACACAAAGTGTCTCAGATGT (51)
4	AX-76633885	rs317989787	26301633	+	TCCCTTTTCTAATTCAGTGCCTTTTGAACAT/C/TTTGACCTCAAGTTACTGCTGTGTGTTCTATCTTGATTC (52)
4	AX-76675979	rs14466137	48228659	+	AATGTTAAATAAGGGTGAATTTGTAAAAATCCAG/C/ATGAAGTGTATCATGATCTTTCTTCAGCTAAAAATG (53)
4	AX-76699036	rs14734999	59903800	+	CATGAATCTCTCTTATAAGAAATGTTGTGAAC/C/ATAAAGGGGCGAGGAAGAACTGCTGTGAGGGATTA (54)
4	AX-76700578	rs313367701	60599821	+	AAAAATGCTCTATAGAAAGTTTCAGGCTGTGTCAG/C/ATGAAGAAACAGGTCTACTCTCACTCAAGACCA (55)
4	AX-76702512	rs315761658	61501831	+	TAAATGTAAAGTGTATAGGCGAGCTTTGTTCT/C/TTGTTGTCTTCTCAGAGCTGTATAGAGAAACAA (56)
4	AX-76704145	rs316786194	62273903	+	CACGTAAAAAGAAATCTCTATAAATAAACCACTGC/C/ATGAAGTGCACATTTTAAGTGTGCTGTGACTTTCAA (57)
4	AX-76706270	rs16424827	63225882	+	TACCAAGTCAACCAAAACAAATGATGATGTTG/C/TTTGGAAATCAAGTTGATGATGAAAAATGCA (58)
4	AX-76754581	rs313237312	86528175	+	ACAAGACAGCTTCAAACTTCTATCAACAGGAC/C/TTATGCTGCCAAAAATTCAACGAGATCACTCGTGTGA (59)
5	AX-76883325	rs314347720	5951111	+	AAAAGACAAATGCACTTCTCTTATTTCTATG/C/ATTAATTTAAATCTCTGTGATGCTCAAGTTTAGGA (60)

표 4

120개의 SNP 마커

CHR	Probe Set ID	dbSNP RS ID	Physical Position	Strand	Flank (서열번호)
5	AX-76780325	rs14518471	14077303	+	TTCAAGTGTAAATTAATTCGCTGGGAGGGAATG/TTATTGGCTGGTGGGAGAGGAAAAGATTACTT (61)
5	AX-80763198	rs17207914	16139331	+	GGCTCTTGCCGCCACCACACCATTTGGCGGGTGC/GTGTAGTGAAGTGGCTCGCACCAACCCCAACC (62)
5	AX-76792084	rs317933034	19338850	+	TGCTGGGAAAATIACTTTAAACCTGTCACTG/AGACTGTAAAGTGAAGGCTGCTTAGTATAGAGACAC (63)
5	AX-80831713	rs315913876	21181636	+	ATTAGGAATGTTCAGAGAAGTTTATGAGTCAGTTTC/TTTCAAAAGTCAGAAATACCTGTAATGAGCTTC (64)
5	AX-76830166	rs314138896	36793016	+	TACTGGAAGCACCTTCTTCGCAATAGTCTT/AGCATGGGAAAAGTATAGCAGACATAGTGAATTC (65)
5	AX-76864240	rs312914835	40237203	+	TCATGAGAGGACCTCACTATGAACAAACATGAATTC/TTCAATACAGATTTATAAAAAGCATTTAAGGTATT (66)
5	AX-76837788	rs317877168	51975260	+	CTCTGATGCTATGCAACACTTGTGCAAAATGGA/AGTACGCAAAATACACATCAAAATATGTCAGATATTT (67)
5	AX-76877620	rs314749509	57404925	+	GGGGCAGTCTCTCTGTGCTGCTATGAGGTCA/AGTTGCCAACACGCAAGCTTCAGACCTTATTCG (68)
6	AX-76939532	rs315766496	2863156	+	TTCTTTTGTATATCTCAGCAGGTTTTTCTC/AGTCTTCTCATAAATTAAGCAAAATGTAGTCTTACA (69)
6	AX-76939653	rs317726632	4744610	+	TTCCCTTAATACCAAGGAGAGTACTATGTGTGCT/AGCTTCAATGTGTGCAAGAGAGCTGTAAGATAG (70)
6	AX-76932746	rs312412917	26037793	+	CTCGGATGTTGGCTGGCTCCACTCAAGCTCATTC/TTCTCAAAAGTGTGTAAGAAAACGTCCTTAC (71)
6	AX-76951204	rs313789801	32925308	+	AAGATCTCAGTGAAGAAAGTCAATGAACCTTCA/CTTATTAGAGAGATTATCCCAACTATGAACATTA (72)
7	AX-76994983	rs313932477	18409183	+	TTTTATTCTATTTCTGGTATGATTAATAGTGA/CATCTTCAACCAAGAAATGAATGACGTTTCAGATC (73)
7	AX-76997020	rs316953389	19148964	+	ACAATTAGTAGTTGGTCAAGCTTAATTATTCCT/TTATTGAATTACTTGAGATCATTCAAAAGGAATGCT (74)
7	AX-80849831	rs314568221	20074100	+	AATAGTCAACACATAGTTCAGAGTAATTGAAT/ATGAATATGTTGACTGATTAATTAAATGAATTC (75)
7	AX-77006306	rs316146167	22666011	+	CCCCTAGGGTATCTCTCTCATCTCCTCATGACCTG/TTCAAGATGCTGAAGTTGCTTAGGGATTGAGTCC (76)
8	AX-77108653	rs313927483	3677116	+	GCTGGCTGGGGGTAAACAGTGGGGCTATGGCTAC/AGTTCAAGAGACACCATTCGCTAGATTGAATGA (77)
8	AX-77073276	rs316580077	16402885	+	CTGATGCAACCAAAAGTTGCTAGAACTCAAGAT/CTCTCAAAAGTATGATTAATGATGATGCTGTA (78)
8	AX-80998067	rs318153167	16896672	+	TTAGCAGTTTGTATCTTATCTTACCTAGAGAGCT/CTCTCAAAAGTATGATTAATGATGATGAT (79)
8	AX-77078410	rs315409844	18331017	+	ACATCAATTATACCAATATGAAGAAAGCAATCTT/AGAAAGTTGCTCTCTCTCGCTTCCCTAGCATTTAA (80)
8	AX-77083230	rs317032424	21004220	+	CTCTCAGAGAACATATATCCACAGAGGAGGAG/CTGGGTCAACCTTTGGTGAATTTAAATGATGCTTAA (81)
8	AX-80835582	rs312353409	22627475	+	TATGTCATAGTCTTATGACAGAGTCTAGTGAAT/CTGAGTGTGATGCAAAAGTGTGCTCCAGTACTCTTA (82)
8	AX-77094818	rs312711058	24646786	+	AAGGACCAAGGCTGCTATATTTAGAGATCTTCA/ATGATGATGATGAGGAGCTTAAATTAAGAAAGC (83)
9	AX-7710705	rs316935671	9583044	+	TTATCATCCATATATGACATTAATATATACAT/ATGATGATGATGATGATGATGATGATGATGATGAT (84)
9	AX-77186814	rs317541439	9583044	+	CTTGTGTCATGAGTCTTAAATTAAGAGAGCT/ATGATGATGATGATGATGATGATGATGATGATGATGAT (85)
9	AX-77147179	rs312644667	17629783	+	GTGTGCTTACGAGGAGGATATGAGTGTAGT/TTAGATGAATAGCTCAGCTGCTTTTACTTACT (86)
12	AX-75717174	rs316970926	560897	+	TGTTGATTTTTCAGCAACATCAATGAAGTAA/AGAGCTTGAAGTCTCTTCTGATACATGTTAAAGTACATG (87)
13	AX-75738988	rs316237799	1346405	+	GCATTTTGGACCGAATCAAGGAACTTTTCC/ATCTGATGCTTTTGGTGAAGTGGCAACATATCA (88)
14	AX-75782619	rs312396422	1359598	+	TGGGCAAGGAGTGTGGCAAAAGCTGTAAATTC/ATGATGATGATGATGATGATGATGATGATGATGATGAT (89)
14	AX-75804667	rs315310866	7071896	+	CAGAACCTGTGAACATTTGCTATTTCTGCTA/CTGCTATTTCTGCTGCAAGCTTTTATGCGGCTG (90)

표 5

120개의 SNP 마커					Strand	Flank (서열번호)
Chr	Probe Set ID	dbSNP RS ID	Physical Position			
14	AX-75771670	rs317966126	10357901	+		AAATTCATGCTGCTGCTTTTATCTCATTTTAAAGGACG/TAACCCAGAGACGATTACTGTGCTTTTGAGGCC (91)
14	AX-75772978	rs315560788	11027281	+		TTCTTTTATTCCTCCAGGGATATCATCAAGAGCAGAGG/GAGAGAAATTCATGTCAGATAGATCAGTCAAGCATTGA (92)
14	AX-75775836	rs312472325	11545121	+		CTGATAACATGGCAGTGTTAACTTTTGAACACTTGC/GACACACAGAGATTGAGAGCTCGTAAGTTTCAATTA (93)
15	AX-75830219	rs15766923	3193089	+		CTTCATCTCTCTTACACACTATAGCTGATTA/TAAGTTGATTAATTAATTAAGTATGATGTCAGCAGAGCTGCG (94)
15	AX-75815863	rs316563712	10067051	+		GCCAGTCCAGGTCAGAGTCCCACTCAATGCGCAG/GCTGATGCTTCTCTCCGACGACACCAACACTTGT (95)
17	AX-75876356	rs315987002	7481225	+		TTCTCTGTCAAATGCAATTGAAACAGCCTTGAG/GTTGACAGACTTATTGAGGACGACAGACACACTGTA (96)
18	AX-75892383	rs317215758	2643720	+		CAACCATAGAAATTTCAAGGGAAAAAGCCTAAATC/GTTTCAAAAAGAAAGGAGACTGTCAAGATGCTCGGGT (97)
18	AX-75897325	rs14109975	4145820	+		AACACAGCGCTTGCGCATGGCCCTCCAGTGGGGC/GTGGACCTCTATAGGGGAAACCCAAAGCCGATGAAGAG (98)
18	AX-75887483	rs313323098	11092422	+		AATAACTGACTGTGAAGCTAAACCAATTTTGTAC/GATCTGTGTGACATAGTAACCTCTTAAGAGTGGACC (99)
20	AX-76209809	rs14269221	2141332	+		CTTGTATCTCTTCTGTGTCATTCCCATCAGGATT/GCAGAAAGTCGATGTTGTTGAGAACTTCGTGA (100)
20	AX-76216999	rs313300812	4793551	+		TCCCTCCACAGAGGGACCCCTCTCATTTGCTCAT/GCTCTCTGCTGCTGCTGCTGAATGTTATCAAT (101)
20	AX-76199796	rs14278731	11132594	+		CAGTAGGTTTACTACTGTCTCTCACTTCGTAC/GAGGAATATTAGTAGAGACAGAGGTGACATTATCA (102)
20	AX-76201451	rs14279301	11739884	+		GAGAGCGGTGTTCAAGATATGAAGAATGAGATG/GTTAAAAAACCTTCAGTTCATTAACCTTTTAAATA (103)
22	AX-76267645	rs316226196	3144082	+		AAATTCAATATAGTTTAACTTTGTTCAAGTTAAAC/GTAGTGCAGCTTCAATTACACTTTCATGAGCGTTCC (104)
22	AX-76272972	rs31784447	3946204	+		ATTCCAGCCATATATTCMAAGGGAGGAGATG/GTTCGCTTTGCTATCACTGAAATATTAAGTAATCAG (105)
23	AX-76278983	rs315750123	1773651	+		GGATTTTCAGACAGGAAAGGTTGTAACTGTTTA/GTAGGATGGGTATCCCTGTCAGCTGGGAGATAAACCA (106)
23	AX-76287163	rs316511913	3675171	+		CTCGCAGGGGATCTGCAAGAGGAATACAGTGA/AAAGTTCAGAGTGCAGGACAGGACACTGTTG (107)
24	AX-76298499	rs312594979	1106226	+		CAGCTTTACTGAAAACCTTGTTGTTCTGCTATA/GCTTGTGCTTCAACCTTATCTGTTTCAATTCAA (108)
24	AX-76300331	rs31549869	1517728	+		AGATTATCAAGTAAATTAATGTTGTTCTGTAC/GTATTTCTCAGAGTGCACACAAGAGCACTGTTG (109)
24	AX-7630153	rs313788463	2697933	+		TGTTTATACCCCTCTGCTGTTGTCATCTTACCA/GTGAACATCTGGGTTGCTGCTCAGAGTTGAAG (110)
24	AX-76307522	rs316976138	3233262	+		CAGTCAGACTGAAGGACAGAGAGTGTGATG/GTTCCTCAGAGTGCACACAGAGCACTGTTG (111)
24	AX-76309723	rs313317474	3764415	+		CTTTTGAGAGAGAGTAATGTGAAGATGAGATAC/TAAGCAAAATCTTCACATGTTTACAGCAGCGCTGC (112)
24	AX-76314113	rs313580116	4790377	+		TCAAGAGCGATGAGCTCTCGGTTTCAATTA/CATGATGATCTTAATAATGAGCAAGATTTATTACG (113)
25	AX-76329305	rs313811008	663820	+		CCCTCCCTCTCTCCCTAAAGAGCGGACAG/GATCAATTCAGCCCGCAATGCAAGAGCAGGCGCAG (114)
25	AX-76322644	rs312719481	1014207	+		AAAGTAAAGAGCGACACAGTATGAAATTTGTCAC/GTCAATTTCTCACTGTTGGAAAGTAACATGATATCA (115)
26	AX-76350056	rs16346289	674213	+		CAGGACACACAGAGCCTTAGAAAGGTTAGC/GTGAAGCTTCCACCCAAAGCAGAGATGGCTTACGGGC (116)
26	AX-76334482	rs313701353	1956241	+		AAAAAAGAGCATTTTAAAAATTCATGTCATAC/GTGTGTTTTCATCAATCACCAGTTATTCATTCAI (117)
27	AX-76358072	rs313987519	2864091	+		GACACAGAGAAATGCTGCTGTCAGGATGAGGCTTG/TAAGCTGGTGGTATGACAGAGCACTTGGGG (118)
28	AX-76383427	rs317658647	3830615	+		AAGAGCTAGTGTGCTCTCTCTGCTGGAGTGGCTTG/GTGAAGTCTCATGACACTGAACCAAAACCTGCTGC (119)
28	AX-76385356	rs14307846	4197143	+		GTACACTTCAGGGTGTAAAGTACTACACTTCA/GAGACACTCTGCGGCTTTCAGCTTTCAGCTC (120)

실시예 2. 선별된 SNP 마커의 토종닭 집단 구별 분석

120개 SNPs 마커의 식별능 검증을 보다 정확하게 수행하기 위해 PcoA 분석을 통해 얻은 분산 정보를 바탕으로 기계학습을 실시하여 식별능을 수치화하였다. 기계학습은 전체 데이터의 70%를 학습 데이터 set로 사용하였고, 나머지 30% 데이터를 검증 데이터 set로 이용하여 정확도(Area Under Curve, Balanced Accuracy)를 도출하였다. 이때 정확도는 기계학습의 모델에 따라 변하기 때문에, 본 분산 정보에 가장 최적의 기계학습 모델을 정확도 수치에 기반하여 선택하였다.

총 8가지의 기계학습 모델(K-Nearest Neighbors, Linear SVM, Random Forest, AdaBoost, Naive Bayes, Linear Discriminant Analysis, Quadratic Discriminant Analysis, Decision tree)을 적용하여 120개 SNPs 마커의 품

중 식별능을 측정하였다. 기계학습 모델별 정확도를 도출한 결과, 대부분의 모델에서 전반적으로 높은 수준의 정확도로 품종 구분이 가능함을 확인하였다(표 6). Linear Discriminant Analysis 모델을 제외하고 모든 모델에서 GSP 품종(HF, HH, HY)과 그 외 품종을 정확하게 구분 가능한 것으로 확인되었다. 더불어, 실제 실제값을 실제값으로 인지할 확률의 지표인 Sensitivity는 모든 모델에서 100%의 정확도를 나타내었다(표 6 및 도 3). 이는 임의의 개체가 GSP 품종일 경우 이를 GSP 품종이라고 판단할 확률이 100%임을 의미한다. 위와 같이 전반적으로 높은 수준의 품종 구분력을 보인 이유는 앞서 선발한 120개 SNP 마커들이 본 발명의 주요 타겟인 HF, HH, HY의 특이적인 SNP를 잘 반영하였기 때문인 것으로 사료되었다.

표 6

[0070]

토종닭 집단 구별에 대한 120개 SNPs 마커의 기계학습 모델별 정확도

	Decision tree	AdaBoost	Linear SVM	Quadratic Discriminant Analysis	Random Forest	Linear Discriminant Analysis	K-Nearest Neighbors	Naive Bayes
Accuracy	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.994	1.000	0.998
Accuracy Lower	0.997	0.997	0.997	0.997	0.997	0.997	0.997	0.994
Accuracy Upper	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.997	1.000	1.000
Sensitivity	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
Specificity	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.994	1.000	0.998
Pos Pred Value	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.741	1.000	0.909
Neg Pred Value	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
Precision	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.741	1.000	0.909
Recall	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
Prevalence	0.018	0.018	0.018	0.018	0.018	0.018	0.018	0.018
Balanced Accuracy	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.997	1.000	0.999

[0071]

마커 조합의 최소화 및 최적화를 위해 전체 120개의 SNP 중 품종 구분에 실질적으로 영향을 주는 SNP를 특징 중요도(Feature Importance; FI)를 기준으로 최소조합 마커를 선발하였다. 선발 결과 AdaBoost 모델에서 47개(표 7), Random Forest 모델에서 54개(표 8)의 SNP 마커가 각각 선발되었다. 모델별 특징 중요도로 선별된 SNP들은 일부 중복된 값을 가지고 있었으며, 상기 2개의 학습모델에서 선발된 총 78개의 SNP로 구성되어 있었다. 따라서, 품종 구분에 실질적으로 영향을 준다고 판단되는 78개의 SNPs를 최적의 SNP 마커 조합으로 선발하였다.

표 7

AdaBoost 기계학습 모델에서 최적 SNP 마커

CHR	Probe Set ID	dbSNP RS ID	Physical Position	Stand	Flank (서열번호)
1	AX-75366021	rs314587522	17825463	+	TCCCCCAATCACTTACTGGGAGGTAATCTGGAACG[C/T]TGGCTGGTGAAGCAGAAAGTAGATTTTCATGAAC (2)
1	AX-75380435	rs314081284	18389952	+	AGCTGAGAATAATGTTTATTGTAGCTTATATGTCC[C/T]GGTTTGTATCTAATGATCAATTATTAGATTTCTA (4)
1	AX-75405681	rs314309580	20894944	+	AGGCCACAGGCCACTGATGAGTAGGAGGAGTGAGAT[G/T]AGTGGACTAGTGCGTGAGAGAGTCTCAGGCTTTGG (6)
1	AX-75406334	rs13836353	21216243	+	ATTTTCTTTTCCACGTGGTAGCATGCCCTGGTGA[A/G]TTAGGATTAGCTTCTTGACACTACGCAATGAATA (7)
1	AX-75408042	rs313298364	22058241	+	ACTGCAAAATGGATAAAGCATGCACCTGAAGGTAT[C/T]TGAAGAAGACAGTTTTCAGCTGATTTCTCTATGC (8)
1	AX-75408260	rs317047847	22165451	+	AGGCATTCAGTTTGTTCACACTTTCTGC AAAATTT[A/G]AAGGTCTGTCAAGATAGATAGATAATTGATCCCCA (9)
1	AX-75434123	rs313283175	34985186	+	TCCCCAGCTTTAAGAAAGTGACACGCAAGCAGAAC[A/G]TAGGCAAGGCTAGAAATCTCTCATTTCTCAAAAA (12)
1	AX-75462952	rs317730665	48823241	+	GCTGTGAGATTTGTTCCAGAGCCACCTGCTACTGAT[G/T]AGAGTCTTTGTATGCGCTAAGCAAGCAAGAGC ACT (15)
1	AX-75473204	rs317974862	53640956	+	GCTTGC CATTTAGCTTGATAACGCTCAAAAATCA[C/T]TCCCTTGTCTG CAGG GTAACTTTCTGTCTGC (16)
1	AX-75475349	rs313410311	54715470	+	GTC AAACCATGGTCTAGACAGAAAGCTGTAAACTGG[A/G]ATGTTCAAAAGCCATCAGCCTGATAGACTGCAACA (17)
1	AX-75491029	rs13656992	62214844	+	TAAACAGAGGAGATTTCGAACATCTGACAGTTTGAAC[C/T]GATTGTATTATCTACTGAATTGTGATAAGTAGGT (19)
1	AX-80915068	rs315532693	96323023	+	CCG GATGAAAC CAGGGC ACTTACTTACTGTTGAAC[A/T]GAAGATAC TTAATTTCTATATCTCTTGT TTTTAT (21)
1	AX-75198590	rs314478326	104771542	+	ACAGCTGGAITATGTGTTCTTAGCGCAAC CACCG[A/G]ATTATGCTATTTCTAGGCAAAACACCCACAGTTTC (23)
1	AX-75206904	rs313763852	108348547	+	AAAACCAACCAAAGTGGGCGAGTTGTGATAAAATC[A/G]TAAGAAATGGCAATATATTTATGTGCTACGCCAG (24)
1	AX-75226732	rs13928154	117702196	+	TGCTACTACCATTTATGTTGCTACAAAAAAATAAC[A/C]ACCTTCATAGCTGTAGCTACTGACCTTATAGTGCC (26)
2	AX-76020418	rs316883372	18710073	+	TCCTTCTGCGCATATTGTCAAGTAGCATTTTACCT[G/T]CAACAAAAGCACC AAATGAAATCAAAAAATAA (28)
2	AX-76085145	rs318133949	38527564	+	AAAAATAGCTACTCTAACATCTTCAGTAGAAGCAAA[A/G]TAAGGACTAAAGTTGTCTCTACTGTAGTTGAAAGAC (29)
2	AX-76172442	rs14215108	87098514	+	CATTCCTTGACGCTTATTTTCTACATTCTCCTG[C/T]TCTATTACGCAATGCAACAGGCATAGATACTAC (32)
2	AX-75957719	rs317703580	105179641	+	AACAAAGAGTAAACAGAGATTGTACACCATCATTC[A/G]CTTTGTGTTAGTGTAATAAAGTTGATTCGTAAT (34)
2	AX-75974410	rs14237037	113824798	+	TAACATGTTCTATGCGAGCAAACTTTCTTACTAC[C/T]TTCAGGCTCATCAACCTCTTTATATGCAATGAT (35)
2	AX-75987754	rs314160031	121232834	+	ATTTATATGCATATGATATCTTATTTATCTTAAAC[C/T]CTTCTCTAGATTGTCTAATTTCTGAAAAAT (37)
2	AX-76002254	rs314188139	128459152	+	AACACGTTGCACTGATTTCACCGCCCTGCGCAAC[C/T]GCTAGGAATCGGCCCTTGTGGTCTGCTGCAAGCAGG (38)
2	AX-76023236	rs316854124	139488302	+	AAGTGGAGAGAGGACAGGTTTCAAGCTCTTTTAAAG[C/T]TCTAGGAATCGGCCCTTGTGGTCTGCTGCAAGCAGG (40)
3	AX-76573917	rs313165845	86854	+	TTTTCAATTCAGTAATCTGCTTGTATGTCAGTTC[A/C]GTACTCTCAAGCAAGTGATTATGTGACACTGT (43)
3	AX-76573696	rs315948672	86678426	+	TTGTCAAAAAGTGCACTGGCCCTTCTACTTAATTT[G/T]GCTGCAATGAAC CAGTCTCTAGTAGTTTAATG (47)
4	AX-76619978	rs317064336	19134019	+	AGCGGAAGCAATTGCTAGGCAAGGCAACAGCAGGAGG[G/T]TGTCTATTGAGAATCAACACTTTGAGCTGTGTTACGC (50)
4	AX-76633885	rs317989787	26301693	+	TCCCTTTTCTAATTTCCAAAGTGCCTTTTGAACACT[C/T]TGTACCTCAAGTTACTGCTGTGTTCTATCTTGATTCT (52)
4	AX-76702512	rs315761658	61501831	+	TAAATGTAAGGTGTTTATGTAGCGAGCTTTGTTCT[C/T]GTTTGTCTCTCACAGCTGTATAGAGAGAAAAACA (56)
4	AX-76706270	rs16424827	68225882	+	TACCC AAGTACAACAAAACAAATGTATGATGTGT[G/T]CTTTGGAATTCAGTTTGTATCATGTGAAAAACATGA (58)
5	AX-76883325	rs314347720	5951111	+	AAAAGCA AATTGCAC TTTCTCTTCTATTCATGC[A/G]AATTTTAAATCTCTCTGCTATGCTCAAGTTTAGGA (60)
5	AX-76792084	rs317933034	19338850	+	TGCTGGGAAATATAC TTTAAACCTGTCTATGTCAC[T/A/G]GACTGTAAAGTAGAAGGCTGCTATGATATAGAGAC (63)
5	AX-76830166	rs314138896	36793016	+	TACTCTGAAGCACTCTTCTCTCTGCAATAGGTCCT[A/G]GCTAGGGAAGAAAGTGTAGCAGACATAGTGAATTTCC (65)
5	AX-76864240	rs317877168	51975260	+	CTCTGATGCTATCTGAACACTTCTTGC AAAATGGA[A/G]CTAGCAATACACATCAAAATATGTCAGATATTTCT (67)
6	AX-76951204	rs313789801	32325308	+	AAGATCTCAGCTGAAAGTCAAAATGAACTTTCTAC[C/T]TTATTAGAGGAGTTATTTCCAACTATGTAACATT (72)
8	AX-77109653	rs313927483	3677116	+	GCTGGCTTGGGGTAACAGTGGGGCTATTGGCTAC[A/G]TTCAGGACACCATCTCTGCTTATGATTTAAAGTGA (77)
8	AX-80835582	rs312353409	22627475	+	TATGTCAATGTGCTCTATGACACAGAGTGTCTACTGAAA[C/G]ACTGTGTGATAGCAAAAGTTGCTCCAGTACTCTTA (82)
9	AX-77170705	rs316935671	3996789	+	TTATCACTCATATATGACATAAAATATTACATAC[A/C]CATCTGGATTTGTTCCAGGAGTTTCTGTGTGCTCT (84)
9	AX-77147179	rs312644667	17629783	+	GTTGTGCTTACGAGCAGGATATGAGTGTAGCT[G/T]TAGATGAATAGCTCAGCTGCTCTTTTACTTCTACT (86)
14	AX-75771670	rs317966126	10357901	+	AAATCCATGCTCTGCTTTATCTCATTTTAAAGAG[G/T]AAACCAGAACAGCATTACTGTGCTTTTGAAGGCC (91)
14	AX-75775836	rs312472325	11545121	+	CTGATAACATGCGAGTTTAACTTTTGTGACACTTGG[C/A/G]ACAAACAGGATTTAGAGCTCTGTAAGTTCTATAATTA (93)
17	AX-75876356	rs315987002	74812125	+	TTCTCTGTCTAAATGCAATTGAACACAGCCTTGAG[A/G]TGCAGGACTTATTGAGGCAAGCAGACACACCTGTGA (96)
18	AX-75892383	rs317215758	2643720	+	CAACCATAGAAATTTCAAGGGAAAAGCTTAAATC[A/G]TTC AAAAGGAAAAGGACTGTCAGAAATGCTCTGGGT (97)
20	AX-76216999	rs313300812	4799551	+	TCCCCTCCACAGAGGGACCCCTCTCATTTGCTCCAT[C/T]CTCTCCCTCTGCTGCTGCTGAATGATATCAAT (101)
23	AX-76278983	rs315750123	1779651	+	GGATTTTACAGACAGGAAGGGTTTGTAACTGTGTTA[G/T]AGGGATGGGTATCTCTGTGACGTGGGAGATAAACA (106)
25	AX-76322644	rs312719481	1014207	+	AAAGTAAAAGAGCAACAAATATTGAATTTGTCAC[A/C]TCTCTTCTAACCTGTTGGAAATGTAATATCA (115)
26	AX-76350056	rs16346289	674213	+	CAGGGACACACAGAGCCCTTGAAGAGGCTCTTAGC[A/G]GACTTCCACCCCAAAGCAGGATGGTCCCTTACGCG (116)
27	AX-76358072	rs313987519	2464091	+	GACACAGAGAAATGCTGCTGCGAGGAGTCAAGGGCTT[G/T]ATAGCTGTGTTGGTATGGCAGGAGCACATTAGGGG (118)

[0072]

표 8

RandomForest 기계학습 모델에서 최적 SNP 마커

CHR	Probe Set ID	dbSNP RS ID	Physical Position	Strand	Flank (서열번호)
1	AX-75356992	rs316891297	17452368	+	AAACCTTTTGGATCTTCTGTCGGCTGGGATCATGCA[A/G]ACAGATGAGTGGAATGTTATATAAGACTTGTGTATA (1)
1	AX-75380435	rs314081284	18389352	+	AGCTGAGAATAATGTTTATTGTAGCTTATATGCTCC[C/T]GGTTTGTATCTAATGATCAATTATTAGATTCTTA (4)
1	AX-75404681	rs314309580	20894944	+	AGGCCAGGCCACTGATGAGTAGGAGGAGTGAGAT[G/T]JAGTGAGTACTGAGCTGAGAGAGTCTCAGGCTCTGG (6)
1	AX-75408042	rs313298364	22058241	+	ACTGCAAAATGGGATAAAGCATGCACCTGAAGGTAT[C/T]TGAAGAACAGATTTTTCAGCTGATTTCTCTATGTC (8)
1	AX-75409362	rs31837890	22702666	+	AGTGCAGTACTTTTATACACCTAAGCCTCTGTAG[G/T]TTTAAACATGCTGCTCATTGGTAACTGGCCCTGTC (10)
1	AX-75434123	rs313283175	34985186	+	TCCCGAGCTTTAAGAAATCTGCACAGCAAGCAGAAAC[A/G]TAGGCAAAAGCTAGAAATCCTCATTTCTTCAAAA (12)
1	AX-75450463	rs313203281	42820847	+	GAACTTACGTTGCTGCGTAGAGCACCAGAACTGAG[A/C]TTAGATAATAGATGATAGTACAGTGAGATTTCTTAA (13)
1	AX-75462952	rs317730665	48823241	+	GCTGTAGATTTGTTCCAGAGCCCACTGCTACTGAT[G/T]JAGAGTCTTTGTATGGCCTTAAAGCAAGAGCACT (15)
1	AX-75473204	rs317974862	53640956	+	GCTTGCATTTAGCTTGAATACGCTCCTCAAAATCA[C/T]TCCCTTGTCTGCAAGGTAACTCTTCTTGTCTGC (16)
1	AX-75552678	rs312487175	92072672	+	TGGCAGTTTGTTCATGCTGTTTCAAAATTTCTA[C/T]TATTGATGAGAACTTGTGTTGTACCTGCTTAG (20)
1	AX-80915068	rs315592693	95323023	+	CCGGATGAACACAGGGCACTTACTTACGTTTGAAC[A/T]JAGAGTAACTTAATTTCTATATCTTTTGT (21)
1	AX-75186998	rs316097718	99596898	+	GAGTAAGGACCTGCTGATCTAAACATAGGTATAAG[A/G]TAGATAGTGAAGTAAAGTCAAGTATTCAAGGGA (22)
1	AX-75206904	rs313763852	108343547	+	AAAACCCCAAGAGGGGCGAGTTGTGATAAAATCA[G/T]TAAGAAATGGCAATATATTATGTCCTACGCCAG (24)
1	AX-75222089	rs314781979	11595284	+	TTCTGTATAAACAAGACATATAGCTCTTCTAAGAT[C/T]CTGACTATACCTTAAATATAAAGTGTAGATGGTC (25)
1	AX-75226792	rs13928154	117702156	+	TGGTACTACCAATTTATGTTGCTACAAAAAATAAC[A/C]ACCTTCTATAGCTGCTAGCTACTGACCTTATAGTGC (26)
1	AX-75374047	rs31597451	185074090	+	CTGGTGAGAAAGCAGACTCCAGCAGCATGCTGCTAG[A/G]JAAAGAAAGCCCAAGCATTCTCACTTCTGCAAA (27)
2	AX-76085145	rs318193949	38527564	+	AAAATATGCTACTCTAACATCTTCAGTGAAGCAAGCA[A/G]TAAGGACTAAGTTGTTCCTACTGTAGTTGAAAGAC (29)
2	AX-76172442	rs14215108	87098514	+	CATTCTGGAGCTGCTTATTTTCTACATTCCTG[C/T]TCTATTACTGCAATGCAAGGCATAGATACACT (32)
2	AX-75974410	rs14237037	113824798	+	TAAACATGTTCATATGAGCAACAACTCTTCTACTAC[C/T]TTTACGCTCATCCCAACCTTTTATAGCAATGAT (35)
2	AX-75982754	rs314160031	121232834	+	TTTATATGTCATATGATTTCTTATTTACCTTTAA[C/T]CTTCTCTAGATTGTCTAATTTCAATCTGAAAAAT (37)
2	AX-76032820	rs315054173	144250044	+	TACTGTTCACAAATAAAGGATTTCTTCTTATAT[A/G]CCTACTAGTTTCTGTGTAGTCTGATGCTAGTCT (42)
3	AX-76470963	rs315205939	38653020	+	CAGGCTAAAGACCTTGCACACTGCGACCTCCG[G/T]CTCTGAGGTTGTGTGACAGTACTGCTGTACAG (44)
3	AX-76573686	rs315948672	86678426	+	TTGTCAAAAGTGTGATGCTGCGCCCTCTCTCTAAT[G/T]GCTGCTCAATGAACCAAGTTCTCTAGTATTTAAGT (47)
4	AX-76644165	rs314613565	3107537	+	CATTTCAGTGCCAGCACTTACCGTGTGTCAGAGTA[C/T]TAGGTCTCTGTCAGGCTGTGCAAGGCCAAGTGC (48)
4	AX-76604092	rs16360298	10348965	+	TTATATGCCCATGCTAATTTGTTTACTGCTAGTGT[C/T]GCTTTTCAAGTGGCAATATGCAATTTTCAAGTCT (49)
4	AX-76619978	rs317064336	19134019	+	AGCGGAAGACATTGCTAGGCGAGGACAGCAGGAGG[G/T]GTGCTAGTGAATCAACACTTTGAGCTGTCTACAG (50)
4	AX-80902611	rs16377400	24831776	+	AGTCTCCAGGCGAGGAATCAAGAAATACAAATGA[A/T]TATTTTGTCTACTACACAAAGTTGTCTCAGATGT (51)
4	AX-76700578	rs313677701	60598821	+	AAAAATGCTTCTATAGAAGTTTCAAGTCTGATCAG[A/G]GAAAGAACAGGTCTACTCTCACTCAAGACCA (55)
4	AX-76702512	rs31561658	61501831	+	TAAATGTAAAGTGTTTATGTAGGCGAGCTTTGTTCT[C/T]GTTTGTCTCTCACAGCTGGTATAAGGAAACAA (56)
5	AX-80893173	rs315913876	2181636	+	ATTAAAGGAATGTTACAGAAAGTTTGAAGTCAAGTT[C/G]TTCAAAAGTCAGGAAATACCTGAATAGAGCTTG (64)
5	AX-7680166	rs314138896	36793016	+	TACTCTGAAGCACCCTCTCTCTGACATAGGTCTT[C/G]GCTAGGGAAGAGTGTAGCAGACATAGTGAATTC (65)
6	AX-76911204	rs313789801	32925308	+	AAGATCTCAGCTGAAAAGTCCAAATGAACCTT[C/T]TATTAGAGGATTTTCCCACTTATGACCAAT (72)
7	AX-76997020	rs316953389	19148964	+	ACAATTAGTAGTTTGGTCAAGCTTAAATTTTCC[C/T]ATTGAATTTACTGAGATCAATTTCAAAAGGAATGCT (74)
7	AX-77006306	rs314616167	22666011	+	CCCCCTGGGATCTCTCTCTCTCTCATGAACTG[C/T]JAGATATGCTGAGGTTTGTCTAGGGATTGAGCTG (76)
8	AX-77108653	rs313927483	3677116	+	GCTGCTCTGGGGTAAAGAGTGGGCTATTGCTACT[A/G]TTCAGGACACATTTCTGCTTGAATTAAGTGAA (77)
8	AX-77073276	rs316580077	16402885	+	CTGATGCAACACAAAGTTTGTAGAATCTCAAGGT[A/C]TCTCAAAAGGAAGCAGCAGCTGTAATGCTGTGA (78)
8	AX-77085230	rs317032424	21004220	+	CTCTCAGAGAACAATATATCCACAGAGGAGGAG[C/T]GGGTCACCTTTTGTGTAATTTAAATGAGTTCTTAA (81)
9	AX-77186814	rs317541439	9585044	+	CTTCTGTTCAGTCACTTAAATATAAGAGAGCTA[A/G]TJAGGCCAGCATTAAAAAGCTGCTGTGTCACCCAA (85)
14	AX-75775886	rs312472325	11545121	+	CTGATAACATGCGAGTTTAACTTTTTCACACTTG[A/G]JACAACAGGATTGAGAGCTGTAAGTTTCAATTA (93)
15	AX-75830219	rs15766923	3199089	+	CTTCATCTTCTTCAACACATTTATAGCTGATAG[A/G]TAGTTGATATAAATCTAGTGTCTGAGCAGGCTGCT (94)
15	AX-75815863	rs316563712	10067051	+	GCCAGTCCAGGTCACAGTCCCACTCAATGCGCAC[A/G]CTGATGCTTCCCTGCTGAGCAGCAGCAACACTTGT (95)
18	AX-75892383	rs317215758	2643720	+	CACACATAGAAATTTCAAGGGAAAGAGCTTAAAT[C/A]TTCAAAAGGAAAGGAGGACTGTCAGAAATGCTCTGGT (97)
20	AX-76216999	rs313300812	4793551	+	TCCCTCCACAGAGGGACCCCTCTCATGCTCCAT[C/T]CTCTCCCTGCTGCTGCTGCTGAATGATATCAAT (101)
20	AX-76201451	rs14279301	11739884	+	GAGAGCGGTGGTCAAAAGATAAAGAAGATGAGATG[C/T]TAAAAAACTTCAGTTTCAATTTTAAAAA (108)
22	AX-76267645	rs316226196	3144082	+	AAGTTCAATATAGTTTAACTTTGTCAAGTTAAAC[C/T]JAGGTCGACTTCAATTTACACTTTTATGAGCGTCC (104)
22	AX-76272972	rs317844447	3936204	+	ATTCGCCAGCCATAATTTCAAAGGGGAGGGATGTC[C/T]CTGCTTTGCTATCACTGAAATATAAGTAATCAG (105)
23	AX-76278983	rs315750123	1773651	+	GGATTTTCAGACAGGAAGGGTTTGAACGTGTTT[A/G]JAGGGATGGGTATCCCTGCTACGTGGGAGATAAACA (106)
24	AX-76305153	rs31788463	2697933	+	TGTGTTATACCCCTTCTGTTTGCATCTTACCA[C/T]JAGAACATCTGGTTGCTGCTCACTGCAAGTTGAG (110)
24	AX-76307522	rs316976138	3233262	+	CAGTGCAAGCTGAAAGGACAGAGGATGTGATGATG[A/G]JGTTTCTTAGGCTCAATTAATATAGAGAGCTG (111)
24	AX-76309723	rs313317474	3764415	+	CTTTTGTAGAGAGATAATGTGAAAGTACAGATA[C/T]GCACGAAATCTCACATGTTTCAGCAGCAGCTGCT (112)
24	AX-76314113	rs313580116	4790377	+	TCAAGGAAAGCATGGAACCTGCTGGTTATCCATTA[C/T]GTGATACTTAAAAATGGACAAGAAATTTATTACG (113)
25	AX-76329305	rs313811006	663820	+	CCCTCCCTCTCTCTCCCTCAAGAGCGGACAGG[A/G]CAATTTTCAAGCCCGCAATGAAAGCAGCAGGCGAG (114)
26	AX-76334482	rs313701353	1956241	+	AAAAAAGAGCATTTTAAAAATTCATGCTCATCA[A/G]TTTGTCTTTTCAATCAACCGTTATTCATTTAT (117)
28	AX-76383427	rs317658647	3830615	+	ACAGCACTGTGCTGCTCCCTCTCTGCGGATGGCTT[C/A]GTTGAGCTCCATGCACTGAACACAAACCCACTGCTGC (119)

[0073]

[0074]

선발된 최적의 마커 조합 78개를 바탕으로 검증 시험(validation test)을 진행하였다. 검증 시험은 앞선 방법과 동일하게 600K 데이터에서 획득한 283 마리 및 전 세계에 공개된 주요 174개 닭 품종을 포함한 총 3,518 마리의 데이터를 사용하였다. 기계학습은 전체 데이터의 70%를 학습 데이터 set로 사용하였고, 나머지 30% 데이터를 검증 데이터 set로 이용하여 마커 조합의 정확도를 평가하였다.

[0075]

최적의 SNP 마커 조합 78개에 대한 정확도 평가 결과 Linear Discriminant Analysis 모델을 제외한 모든 모델에서 정확한 식별능을 보였다. 뿐만 아니라, Linear Discriminant Analysis 모델 또한 99.99%으로 높은 수준의 정확도를 나타냈다(표 9 및 도 4).

표 9

[0076]

토종닭 집단 구별에 대한 78개 SNPs 최적 마커의 기계학습 모델별 정확도

	Decision tree	AdaBoost	Linear SVM	Quadratic Discriminant Analysis	Random Forest	Linear Discriminant Analysis	K-Nearest Neighbors	Naive Bayes
Accuracy	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
Accuracy Lower	0.997	0.997	0.997	0.997	0.997	0.992	0.997	0.997
Accuracy Upper	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.999	1.000	1.000
Sensitivity	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Specificity	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.997	1.000	1.000
Pos Pred Value	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.870	1.000	1.000
Neg Pred Value	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
Precision	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.870	1.000	1.000
Recall	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
Prevalence	0.018	0.018	0.018	0.018	0.018	0.018	0.018	0.018
Balanced Accuracy	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.999	1.000	1.000

[0077] 더불어, AdaBoost 모델에서 선발된 47개의 최소의 SNPs 마커 조합으로도 Linear Discriminant Analysis 모델을 제외한 모든 모델에서 정확한 식별능을 보였다(표 10 및 도 5).

표 10

[0078] 토종닭 집단 구별에 대한 47개 SNPs 최소 마커의 기계학습 모델별 정확도

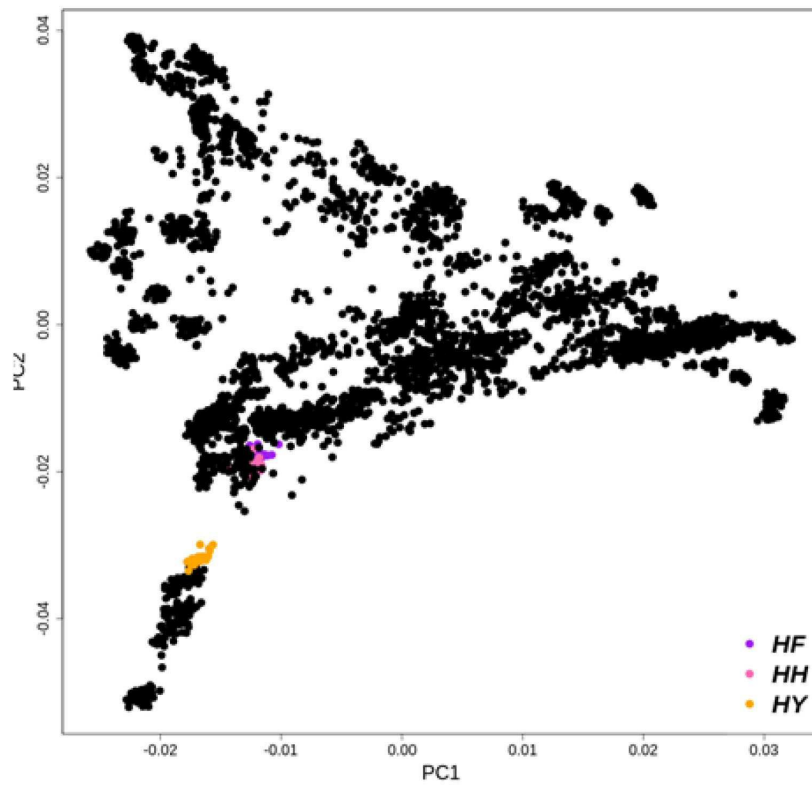
	Decision tree	AdaBoost	Linear SVM	Quadratic Discriminant Analysis	Random Forest	Linear Discriminant Analysis	K-Nearest Neighbors	Naive Bayes
Accuracy	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.993	1.000	1.000
Accuracy Lower	0.997	0.997	0.997	0.997	0.997	0.986	0.997	0.997
Accuracy Upper	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.997	1.000	1.000
Sensitivity	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
Specificity	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.993	1.000	1.000
Pos Pred Value	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.714	1.000	1.000
Neg Pred Value	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
Precision	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.714	1.000	1.000
Recall	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
Prevalence	0.018	0.018	0.018	0.018	0.018	0.018	0.018	0.018
Balanced Accuracy	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.996	1.000	1.000

[0079] 본 최소 마커 조합(47개)에서는 최적 마커 조합(78개)에 비해 Linear Discriminant Analysis 모델에서 정확도가 다소 낮아진 99.6%를 보였으나, 최적 마커 조합과 마찬가지로 높은 수준의 정확도를 나타냈다. 이는 본 발명의 최소 마커 조합이 한국에서 유통되는 품종 및 계통과 전 세계에 공개된 주요 174개 품종으로부터 GSP 토종닭을 식별할 수 있다는 것을 의미하고, 국내 및 해외에서도 본 발명의 마커를 활용한 닭 품종 식별이 가능할 것으로 사료된다. 본 발명에 따른 마커 조합의 범용성과 확장성을 고려한다면 GSP 토종닭의 국내 유통 및 해외 유통 시 토종닭의 이력제와 소비자 신뢰도 향상에 매우 유용한 자료로 활용될 것으로 생각된다.

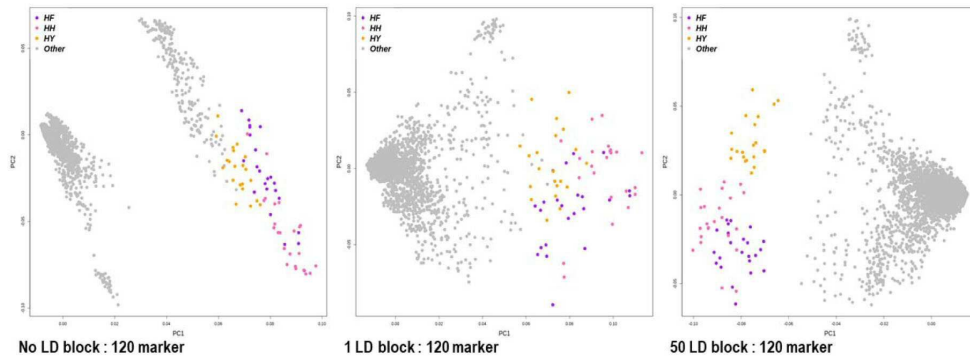
[0081] 이 특허는 GSP종축사업단의 과제 ‘신품종 토종닭 육종 모형 개발 및 통합관리체계 구축’ 연구개발 프로젝트 지원으로 개발되었다(세부/협동과제번호 : PJ012820022020 (관리번호 : 213010054SB220)).

도면

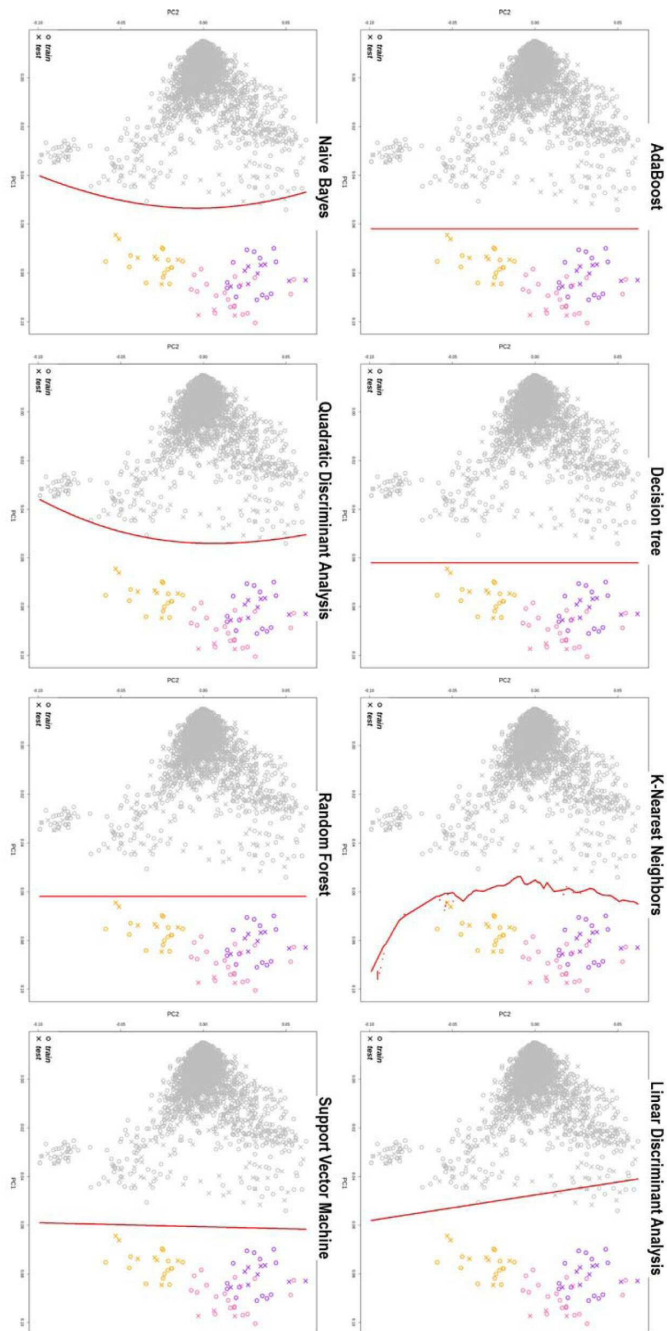
도면1



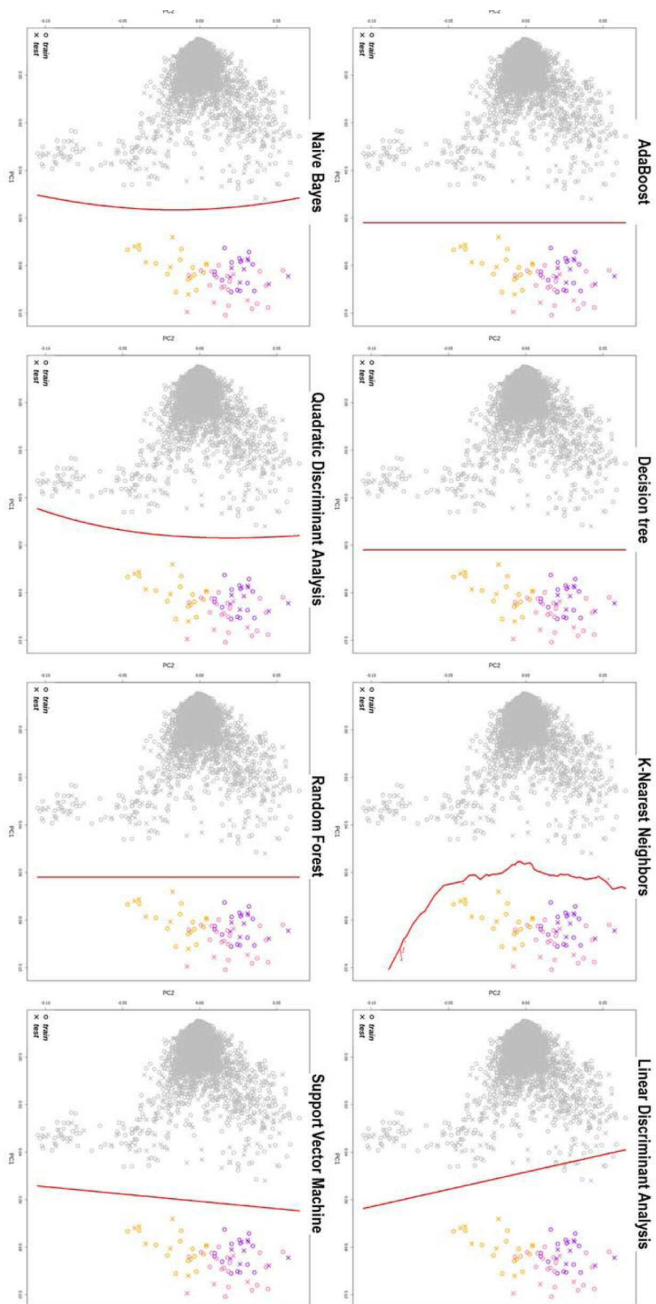
도면2



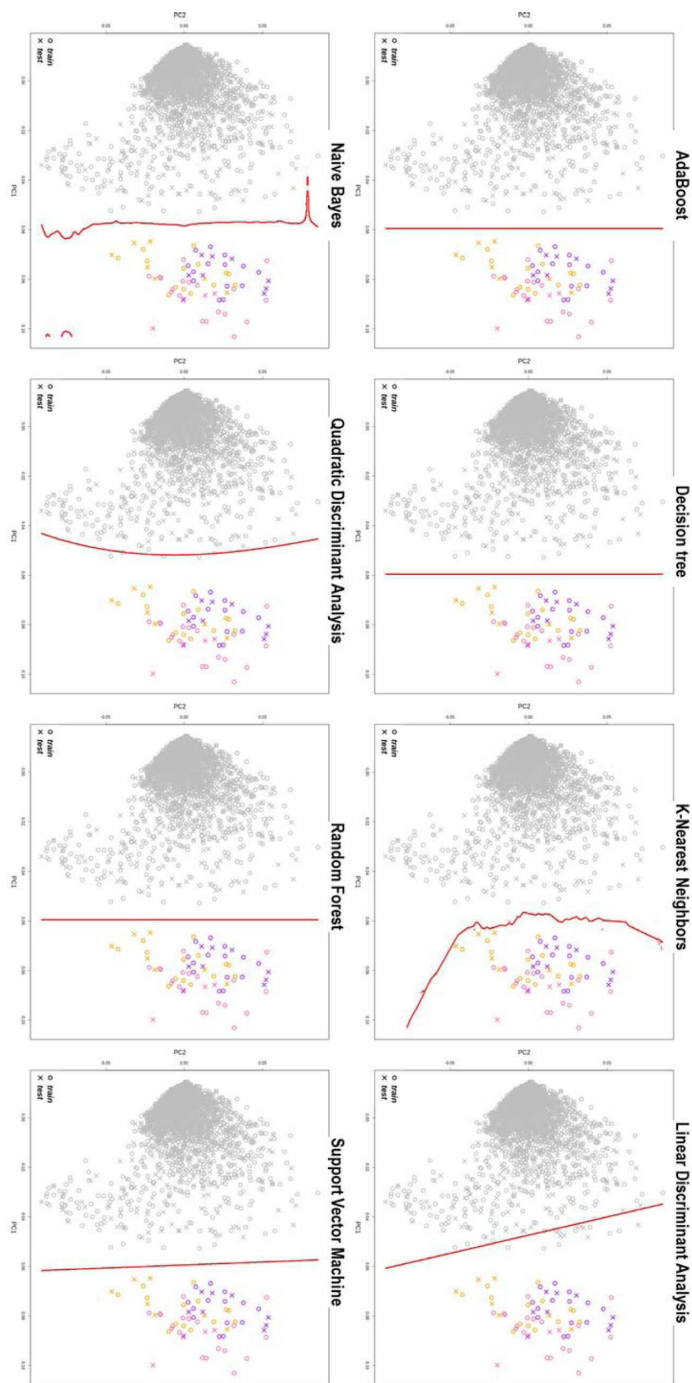
도면3



도면4



도면5



서열 목록

- <110> INSILICOGEN, INCORPORATION
The Industry & Academic Cooperation in Chungnam National University (IAC)
- <120> SNP marker composition for discriminating Korean native chicken
or new breed chicken and uses thereof
- <130> PN20411
- <160> 120

<170> KoPatent In 3.0

<210> 1

<211> 71

<212> DNA

<213> Unknown

<220><223> Gallus gallus domesticus

<400> 1

aaacttttga gttctgtgcc gtgcgggatc atgcaaacag atgagtggat tgttataaag 60

tacttggttat a 71

<210> 2

<211> 71

<212> DNA

<213> Unknown

<220><223> Gallus gallus domesticus

<400> 2

tcccccaata cttactggga ggtaatctgg aactgctggc tgggtgaagc agaagtagat 60

tttcatgaac t 71

<210> 3

<211> 71

<212> DNA

<213> Unknown

<220><223> Gallus gallus domesticus

<400> 3

gtttttcatc aattgttagg atgtgcatgc tatctctagt ggatctgtta tctaaatact 60

tatttagcag a 71

<210> 4

<211> 71

<212> DNA

<213> Unknown

<220><223> Gallus gallus domesticus

<400> 4

agctgagaat aatgtttatt gtagcttata tgcctcggtt tggtatctaa tgatcaatta 60

ttagattttct a 71

<210> 5
 <211> 71
 <212> DNA
 <213> Unknown
 <220><223> Gallus gallus domesticus
 <400> 5
 agttatgtga aatttagaac aagtatcttc acatcagcag tatactagtt ctggtttgta 60
 aagtgaattt t 71

 <210> 6
 <211> 71
 <212> DNA
 <213> Unknown
 <220><223> Gallus gallus domesticus
 <400> 6
 aggcccaggc cactgatgag taggaggagt gagatgagtg gactagtggc tgagagagtc 60
 tcaggtcttg g 71

 <210> 7
 <211> 71
 <212> DNA
 <213> Unknown
 <220><223> Gallus gallus domesticus
 <400> 7
 attttctttt ccacgtggta gcatgccctg gtgaaattag gattagcttc ttgacactac 60
 tgcaatgaat a 71

 <210> 8
 <211> 71
 <212> DNA
 <213> Unknown
 <220><223> Gallus gallus domesticus
 <400> 8
 actgcaaatg ggataaagca tgcacctgaa ggtatctgaa agaacagttt ttcagctgat 60
 tttctctatg c 71
 <210> 9

<211> 71
 <212> DNA
 <213> Unknown
 <220><223> Gallus gallus domesticus
 <400> 9
 aggcatcag ttgtttaca cttctgcaa aatttaaagg tctgtcagaa tagatagata 60
 attgatcccc a 71

<210> 10
 <211> 71
 <212> DNA
 <213> Unknown
 <220><223> Gallus gallus domesticus
 <400> 10
 agtgcgatta ctttattaca cctaagcctt ctgtagtita acatgctgtc catttggtaa 60
 ctggccctgt g 71

<210> 11
 <211> 71
 <212> DNA
 <213> Unknown
 <220><223> Gallus gallus domesticus
 <400> 11
 ttggataaat atgtgcactg ggcacaccct gaagtacaga aagacaacac agggatggta 60
 ccacaccatc a 71

<210> 12
 <211> 71
 <212> DNA
 <213> Unknown
 <220><223> Gallus gallus domesticus
 <400> 12
 tccccagctt taagaaactg cacacgaagc agaacatagg caaaggctag aaatcctcat 60
 ttcttcaaaa a 71

<210> 13
 <211> 71

<212> DNA
 <213> Unknown
 <220><223> Gallus gallus domesticus
 <400> 13
 gaagttcagt tgctgcgtag agcaccaaga actggattag ataatagatg tagtacagtg 60
 agattcttta a 71

<210> 14
 <211> 71
 <212> DNA
 <213> Unknown
 <220><223> Gallus gallus domesticus
 <400> 14
 agcagcataa taaataaggt gttccttttg cacttgaagt ttttctattt aggttaggtt 60
 ttgtacttta a 71

<210> 15
 <211> 71
 <212> DNA
 <213> Unknown
 <220><223> Gallus gallus domesticus
 <400> 15
 gctgtgagat tgttccagag cccactgcta ctgatgagag tctttgtatg gcctaagaag 60
 caaagagcac t 71

<210> 16
 <211> 71
 <212> DNA
 <213> Unknown
 <220><223> Gallus gallus domesticus
 <400> 16
 gcttgccatt tagcttgata acgtctcaaa aatcactccc ttgttctgca gggttaactct 60
 ttcttgtctg c 71

<210> 17
 <211> 71
 <212> DNA

<213> Unknown

<220><223> Gallus gallus domesticus

<400> 17

gtcaaaccat ggcttagaca gaagctgtaa actggaatgt tcaaaagcca tcagcctgat 60

agactgcaac a 71

<210> 18

<211> 71

<212> DNA

<213> Unknown

<220><223> Gallus gallus domesticus

<400> 18

aatcttttagt ataacaaatc agtaagagtg aggaaagagc tgtggagtaa ggaagggcaa 60

tttctctttc t 71

<210> 19

<211> 71

<212> DNA

<213> Unknown

<220><223> Gallus gallus domesticus

<400> 19

taaacagagg agatttgcaa catctgacag ttgaacgatt gtattattca ctgaattgtg 60

aataagtagg t 71

<210> 20

<211> 71

<212> DNA

<213> Unknown

<220><223> Gallus gallus domesticus

<400> 20

tggcagtttg ttacatgtg gtttcaaaat ttctacttat ttgatagaac ttigtgtttg 60

tacctcctta g 71

<210> 21

<211> 71

<212> DNA

<213> Unknown

<220><223> Gallus gallus domesticus

<400> 21

ccggaatgaaa ccagggcact tacttacgtt tgaacagaag atacttaatt tctatatctc 60

tttggttttta t 71

<210> 22

<211> 71

<212> DNA

<213> Unknown

<220><223> Gallus gallus domesticus

<400> 22

gggtaaggac cctgtgatct aaacataggt ataagatgat agatgtaaag tcaaagtcag 60

tattcaaggg a 71

<210> 23

<211> 71

<212> DNA

<213> Unknown

<220><223> Gallus gallus domesticus

<400> 23

acagctggat tatgtgtttc ttaggcaaac caccgaatta tgcatttctt aggcaaacca 60

ccaccagttt c 71

<210> 24

<211> 71

<212> DNA

<213> Unknown

<220><223> Gallus gallus domesticus

<400> 24

aaaaccaccc aaagtggggc agttgtgata aaatcataag aattggcaat atatttatgt 60

gtctacgcca g 71

<210> 25

<211> 71

<212> DNA

<213> Unknown

<220><223> Gallus gallus domesticus

<400> 25
 ttctgataa acaagacata tactgcttct aagatcctga ctatacctct aaatataaaa 60
 gtgagatggt g 71

<210> 26
 <211> 71
 <212> DNA
 <213> Unknown

<220><223> Gallus gallus domesticus
 <400> 26
 tggtagtacc atttatgttg ctacaaaaa ataacaacct tcatagctgt agctactgac 60
 cttatagtgc c 71

<210> 27
 <211> 71
 <212> DNA
 <213> Unknown

<220><223> Gallus gallus domesticus
 <400> 27
 cctgggtgcag aagcagactc cagcagcatc gctgaaaaag aaaagcccaa gcatttctca 60
 ctttctgcaa a 71

<210> 28
 <211> 71
 <212> DNA
 <213> Unknown

<220><223> Gallus gallus domesticus
 <400> 28
 tctttctctg gcatattgtc aaagtiacatt tacctgcaac aaaagcacca aatgaaattc 60
 aaaaaaata a 71

<210> 29
 <211> 71
 <212> DNA
 <213> Unknown

<220><223> Gallus gallus domesticus
 <400> 29

aaaatatgct acicctaacat cttcagtaga agcaaataag gactaagttg ttctcactgt	60
agttgaaaga c	71
<210> 30	
<211> 71	
<212> DNA	
<213> Unknown	
<220><223> Gallus gallus domesticus	
<400> 30	
actgcttgca aatattatag gatcaaatat tgggtcgatt tgtattcttt gcctccttat	60
aagcacttcc a	71
<210> 31	
<211> 71	
<212> DNA	
<213> Unknown	
<220><223> Gallus gallus domesticus	
<400> 31	
tttccagtga taacagttct tattgatacc cactgctcat attggtgccc agtgtgctaa	60
gaatcaccca a	71
<210> 32	
<211> 71	
<212> DNA	
<213> Unknown	
<220><223> Gallus gallus domesticus	
<400> 32	
cattcttgga ctgcttattt ttctacattc tctgctcta ttactgcaa tgcacaaggc	60
atagatacta c	71
<210> 33	
<211> 71	
<212> DNA	
<213> Unknown	
<220><223> Gallus gallus domesticus	
<400> 33	
gtttgaaaac atcgaggaaa agcaaagggg attacactgt tggaacagg gaagcaaaag	60

tgacgttca g	71
<210> 34	
<211> 71	
<212> DNA	
<213> Unknown	
<220><223> Gallus gallus domesticus	
<400> 34	
aacaaagagt aaacagagat tgtacacat cttcacttt gtgttagtgt aataaacttt	60
gattctgaaa t	71
<210> 35	
<211> 71	
<212> DNA	
<213> Unknown	
<220><223> Gallus gallus domesticus	
<400> 35	
taacatgttc atatgcagac aaacattctt actaccttca ggctcatcc aacctcttta	60
tatgcaatga t	71
<210> 36	
<211> 71	
<212> DNA	
<213> Unknown	
<220><223> Gallus gallus domesticus	
<400> 36	
aaaataatta tccttcctct gaaacttaat gttccagggt agtaagcaac catataaatt	60
acttcacagt t	71
<210> 37	
<211> 71	
<212> DNA	
<213> Unknown	
<220><223> Gallus gallus domesticus	
<400> 37	
atttatatgc atatgtatc ttatttatcc ttaaaccttt ctctagattt gctaatttca	60

ttctgaaaaa t	71
<210> 38	
<211> 71	
<212> DNA	
<213> Unknown	
<220><223> Gallus gallus domesticus	
<400> 38	
aacacgttgc acctgatttc accgcccctg gcagacgcta ggaattcggc ctgtgtgtgc	60
tggtcagcag g	71
<210> 39	
<211> 71	
<212> DNA	
<213> Unknown	
<220><223> Gallus gallus domesticus	
<400> 39	
ggaggaggaa cgtggggatt cagttatgaa gactactttc tggggcattt taatgtctat	60
catgcaaagg t	71
<210> 40	
<211> 71	
<212> DNA	
<213> Unknown	
<220><223> Gallus gallus domesticus	
<400> 40	
aagtggagag aggacaggtt tcaagtcttt taagcctcat tggaaagtga aggcaggtgt	60
cctcagcaac t	71
<210> 41	
<211> 71	
<212> DNA	
<213> Unknown	
<220><223> Gallus gallus domesticus	
<400> 41	
acaggatccc tgtgtatcac atcatgctgc tgaaaaccct ctgtgttaac agcaccgctc	60

ttatttctgt t	71
<210> 42	
<211> 71	
<212> DNA	
<213> Unknown	
<220><223> Gallus gallus domesticus	
<400> 42	
tactgttgat caaataaaag gtattctctt tatataccat acctagtttc tggtagtcta	60
tcagatgtct t	71
<210> 43	
<211> 71	
<212> DNA	
<213> Unknown	
<220><223> Gallus gallus domesticus	
<400> 43	
ttttccaatt tcagtaatct gcttgatgtc agttcagtta cttcaagacc aagtgattta	60
tgtgacactg t	71
<210> 44	
<211> 71	
<212> DNA	
<213> Unknown	
<220><223> Gallus gallus domesticus	
<400> 44	
caggctaaaa gaccttgac actgccagca ctccggtct gaaggttgtg tcagcagtac	60
tgctgttaca g	71
<210> 45	
<211> 71	
<212> DNA	
<213> Unknown	
<220><223> Gallus gallus domesticus	
<400> 45	
cagtagctaa cagttgtgtg ctgctttgaa aatgtgaaat gttgattaat taccatga	60

ttgatctgaa g	71
<210> 46	
<211> 71	
<212> DNA	
<213> Unknown	
<220><223> Gallus gallus domesticus	
<400> 46	
ccatcagttg ggtgtggagc ccaaacgggc ttcccatcct ccattgtggg aactatccag	60
tatttcctgt a	71
<210> 47	
<211> 71	
<212> DNA	
<213> Unknown	
<220><223> Gallus gallus domesticus	
<400> 47	
ttgtcaaaag tgcattgtgg cccttcctac ttaatggcct gcaatgaacc agttctctag	60
tagtttaatg g	71
<210> 48	
<211> 71	
<212> DNA	
<213> Unknown	
<220><223> Gallus gallus domesticus	
<400> 48	
catttcagtgc ccagccatta ccgtgttgca gactacgtag gtctctgtca ggcttgcata	60
agccaagtgc c	71
<210> 49	
<211> 71	
<212> DNA	
<213> Unknown	
<220><223> Gallus gallus domesticus	
<400> 49	
ttataatgcc atgctaattt gttatactgt aggttctgct ttacagctgg caatatgcat	60

ttttcaagtc t	71
<210> 50	
<211> 71	
<212> DNA	
<213> Unknown	
<220><223> Gallus gallus domesticus	
<400> 50	
agcgggaagac attgctaggc agggacagca ggagggtgtc attgagaatc aacactttga	60
gcttggttcag c	71
<210> 51	
<211> 71	
<212> DNA	
<213> Unknown	
<220><223> Gallus gallus domesticus	
<400> 51	
agtctccagg caggaatcaa gaaattacaa aatgaatatt ttgctatact cacacaagtt	60
gtctcagatg t	71
<210> 52	
<211> 71	
<212> DNA	
<213> Unknown	
<220><223> Gallus gallus domesticus	
<400> 52	
tcccttttct aattccaagt gccttttgaa aactcctgac ctcaagttac tgctgtgtt	60
catcttgatt c	71
<210> 53	
<211> 71	
<212> DNA	
<213> Unknown	
<220><223> Gallus gallus domesticus	
<400> 53	
aatgtttaaa taagggtgat ttgtaaaaat ccagcaaagt gtgctatcag tctttcttca	60

gctaaaaaat g	71
<210> 54	
<211> 71	
<212> DNA	
<213> Unknown	
<220><223> Gallus gallus domesticus	
<400> 54	
catgaatcac tccttataag aaaatgttgt ggaacaaaaa ggggcaggag aaactgcttg	60
ctgagggata a	71
<210> 55	
<211> 71	
<212> DNA	
<213> Unknown	
<220><223> Gallus gallus domesticus	
<400> 55	
aaaattgctt ctatagaagt ttcaggtctg atcagagaaa gaacaggtca tctactctca	60
ctcaaagacc a	71
<210> 56	
<211> 71	
<212> DNA	
<213> Unknown	
<220><223> Gallus gallus domesticus	
<400> 56	
taaatgtaaa gtgtttatgt aggcagcttt gttctcgttt gtcttctcac agctggtata	60
agagaaaaca a	71
<210> 57	
<211> 71	
<212> DNA	
<213> Unknown	
<220><223> Gallus gallus domesticus	
<400> 57	
cactgaaaa gaaatcctat aaataaaaca actgcaaaag tgcacatttt aagtgcttg	60

tgacttttca a	71
<210> 58	
<211> 71	
<212> DNA	
<213> Unknown	
<220><223> Gallus gallus domesticus	
<400> 58	
taccaagta caacaaaaca aatgtatgat gtgttgcttt ggaattcagt ttgatccatg	60
tgaaaacatg a	71
<210> 59	
<211> 71	
<212> DNA	
<213> Unknown	
<220><223> Gallus gallus domesticus	
<400> 59	
acaagacagc ttcaaacttc taccacagag gcacacatgc tgccaaaatt tcaccaggat	60
cacctcgtgc a	71
<210> 60	
<211> 71	
<212> DNA	
<213> Unknown	
<220><223> Gallus gallus domesticus	
<400> 60	
aaaagacaat tgcacttctc cttcatttct catgcaaatt ttaaattctct ctgctatgct	60
caagtttagg a	71
<210> 61	
<211> 71	
<212> DNA	
<213> Unknown	
<220><223> Gallus gallus domesticus	
<400> 61	
ttcagtgtta aataaattct gactgggaag ggatagattg gctgggtggga gaaggaaaag	60

attacttact t	71
<210> 62	
<211> 71	
<212> DNA	
<213> Unknown	
<220><223> Gallus gallus domesticus	
<400> 62	
ggctcttctg cccaccaac accattgtgc cggtgctgta gtgagctgcc tcgcaccacc	60
aacccaacc c	71
<210> 63	
<211> 71	
<212> DNA	
<213> Unknown	
<220><223> Gallus gallus domesticus	
<400> 63	
tgctgggaaa tatactttaa acctgtcatg tcactagact gtaagtagaa ggctgcttag	60
tatagagaca c	71
<210> 64	
<211> 71	
<212> DNA	
<213> Unknown	
<220><223> Gallus gallus domesticus	
<400> 64	
attaagagaa tgttacagaa gtttagagt cagttcttca aaagtcagga aatacctgaa	60
ttagagcttc c	71
<210> 65	
<211> 71	
<212> DNA	
<213> Unknown	
<220><223> Gallus gallus domesticus	
<400> 65	
tactctgaag cacttcttc ctgcacatag gtccatagcat gggaaaagtg tagcagacat	60

agtgaatttc c	71
<210> 66	
<211> 71	
<212> DNA	
<213> Unknown	
<220><223> Gallus gallus domesticus	
<400> 66	
tcatgagagg acttcactat gaacaaacat gaaatccaaa tacagattta taaaaagcat	60
tataagggtat t	71
<210> 67	
<211> 71	
<212> DNA	
<213> Unknown	
<220><223> Gallus gallus domesticus	
<400> 67	
ctctgatgct atctgaacac ttcttgcaaa atggaactag caaatacaca tcaaataatg	60
tcagatattc t	71
<210> 68	
<211> 71	
<212> DNA	
<213> Unknown	
<220><223> Gallus gallus domesticus	
<400> 68	
ggggccagtg ctctcctgtg ctgcatttga ggtcagtgcc aacaacgcaa agcttcagac	60
ctaccttttg c	71
<210> 69	
<211> 71	
<212> DNA	
<213> Unknown	
<220><223> Gallus gallus domesticus	
<400> 69	
ttctcttttg ttttatcctc agcaggtttt tctccactct tctcataaat taagcaaatg	60

tagtccttac a	71
<210> 70	
<211> 71	
<212> DNA	
<213> Unknown	
<220><223> Gallus gallus domesticus	
<400> 70	
tcccttaata cacaaagcag tactcatgtt gtgctacttc atgtgttgca gtagcagagc	60
tgtaaagata g	71
<210> 71	
<211> 71	
<212> DNA	
<213> Unknown	
<220><223> Gallus gallus domesticus	
<400> 71	
ctcggtatgt ttgctggcct ccaactcaaag ctcatctctc aaaagtgttt gtaaaaaaac	60
gtctccttta c	71
<210> 72	
<211> 71	
<212> DNA	
<213> Unknown	
<220><223> Gallus gallus domesticus	
<400> 72	
aagatctcag ctgaaaagtc caaatgaact ttctacttat tagaggagtt attccaacc	60
tatgaacatt a	71
<210> 73	
<211> 71	
<212> DNA	
<213> Unknown	
<220><223> Gallus gallus domesticus	
<400> 73	
ttttattcta tttcctggta gttaatagat ggacacgaca ccaagaaagt aaatgtacag	60

tttctcagat c	71
<210> 74	
<211> 71	
<212> DNA	
<213> Unknown	
<220><223> Gallus gallus domesticus	
<400> 74	
acaattagta gtttgggtcaa agcttaatta ttccattg aattacttga gatcatttca	60
aaaggaatgc t	71
<210> 75	
<211> 71	
<212> DNA	
<213> Unknown	
<220><223> Gallus gallus domesticus	
<400> 75	
aatagtcaaa cacatagttc agagtaattg aataaagaaa ttgttgactg taattacttt	60
aaatgtaatt c	71
<210> 76	
<211> 71	
<212> DNA	
<213> Unknown	
<220><223> Gallus gallus domesticus	
<400> 76	
ccccctaggg tatcctctc atcctcatga acctgccaga tatgctgagg ttgcttagg	60
gatttgagtc c	71
<210> 77	
<211> 71	
<212> DNA	
<213> Unknown	
<220><223> Gallus gallus domesticus	
<400> 77	
gctggcctgg gggtaacagt ggggctattg gctacattca ggacaccatt ctgctcttag	60

atttaagtga a	71
<210> 78	
<211> 71	
<212> DNA	
<213> Unknown	
<220><223> Gallus gallus domesticus	
<400> 78	
ctgatgcaac acaaagtttg ctagaatctc aaagtatctc aaaaggaagc agcacgtgtg	60
attggctgtg a	71
<210> 79	
<211> 71	
<212> DNA	
<213> Unknown	
<220><223> Gallus gallus domesticus	
<400> 79	
ttagcagttt tgatcttcat cttacctaga gagctctgta aaatagatga ataatcacct	60
aatggtgcat t	71
<210> 80	
<211> 71	
<212> DNA	
<213> Unknown	
<220><223> Gallus gallus domesticus	
<400> 80	
acatcaattc ataccataat gaaaagcaaa tcttcaaagt tgtctctctc tctcgcttcc	60
ctagcattta a	71
<210> 81	
<211> 71	
<212> DNA	
<213> Unknown	
<220><223> Gallus gallus domesticus	
<400> 81	
ctctcagaga acaatatatc cacagaggag ggagccgggt caccttttgg tgaatttaa	60

tgagttctta a	71
<210> 82	
<211> 71	
<212> DNA	
<213> Unknown	
<220><223> Gallus gallus domesticus	
<400> 82	
tatgtcaatg gtcctatgac acagtgtac tgaacactg tgtgatagca aagttgcctc	60
cagtactcct a	71
<210> 83	
<211> 71	
<212> DNA	
<213> Unknown	
<220><223> Gallus gallus domesticus	
<400> 83	
aaggaccagg tgctgcctat atttcagagt cattcatatc tatgtctatg ggagacctaa	60
aataagaaag c	71
<210> 84	
<211> 71	
<212> DNA	
<213> Unknown	
<220><223> Gallus gallus domesticus	
<400> 84	
ttatcactcc atatatgaca taaaatatta catacacatc tggatttggt ccaggagttt	60
ctgtgtgctc t	71
<210> 85	
<211> 71	
<212> DNA	
<213> Unknown	
<220><223> Gallus gallus domesticus	
<400> 85	
cttctgtcat gcagtcctaa attataagag agctaagag cccagcatta aaacatggct	60

tggtcaccca a	71
<210> 86	
<211> 71	
<212> DNA	
<213> Unknown	
<220><223> Gallus gallus domesticus	
<400> 86	
gttgtgctta cggagcaggg atatgagtgt tagctgtaga tgaattagct cagctgtcct	60
tttacttcac t	71
<210> 87	
<211> 71	
<212> DNA	
<213> Unknown	
<220><223> Gallus gallus domesticus	
<400> 87	
tgttcgattt tcagcaacat caatgaaggt aagagcgagt tcctctttct ggtacatgtt	60
taaagtacat g	71
<210> 88	
<211> 71	
<212> DNA	
<213> Unknown	
<220><223> Gallus gallus domesticus	
<400> 88	
gctatttttg accgaatcaa aggaactttt acccagatg ctttttttcg gtgccaaagt	60
gccaaactatc a	71
<210> 89	
<211> 71	
<212> DNA	
<213> Unknown	
<220><223> Gallus gallus domesticus	
<400> 89	
tgggcaggac tgtggcagaa acgctgtaaa ttcccagaga cagcaacagc tatcgctat	60

gaacagcatg g	71
<210> 90	
<211> 71	
<212> DNA	
<213> Unknown	
<220><223> Gallus gallus domesticus	
<400> 90	
cagaacctgc tgaacaattg ctcattttct gctcacgctc attctcgctc gcagcttttt	60
agccgtgcct g	71
<210> 91	
<211> 71	
<212> DNA	
<213> Unknown	
<220><223> Gallus gallus domesticus	
<400> 91	
aaatccatgc tctgctttta tccattttta aggacgaacc cagaacagca ttactgtgcc	60
tttttgaggc c	71
<210> 92	
<211> 71	
<212> DNA	
<213> Unknown	
<220><223> Gallus gallus domesticus	
<400> 92	
ttctttttat tcccagggat acatcaagag caggagaga attcatgcag tatagatcag	60
tcaagcattg a	71
<210> 93	
<211> 71	
<212> DNA	
<213> Unknown	
<220><223> Gallus gallus domesticus	
<400> 93	
ctgataacat ggcagtttaa ctttttgaca cttgcaaca caggatttga gagctcgtaa	60

gttcataatt a	71
<210> 94	
<211> 71	
<212> DNA	
<213> Unknown	
<220><223> Gallus gallus domesticus	
<400> 94	
cttcacctt ccttaacaca cttcatagct gataaatagt tgataaatac taggtctcag	60
cacagcctgc c	71
<210> 95	
<211> 71	
<212> DNA	
<213> Unknown	
<220><223> Gallus gallus domesticus	
<400> 95	
ggccagtcca ggtcacagtc ccaactcaatg cgcacactga tgcttctcc ctgcagcaca	60
ccaacacttg t	71
<210> 96	
<211> 71	
<212> DNA	
<213> Unknown	
<220><223> Gallus gallus domesticus	
<400> 96	
ttcctctgtc aaatgaatt gaaaccagcc ttgagatgca ggacttattg aggcagacag	60
acacacctgt a	71
<210> 97	
<211> 71	
<212> DNA	
<213> Unknown	
<220><223> Gallus gallus domesticus	
<400> 97	
caacataga aatttcaagg gaaaagccta aaatcattca aaaggaaagg gactgtcaga	60

atgctctggg t	71
<210> 98	
<211> 71	
<212> DNA	
<213> Unknown	
<220><223> Gallus gallus domesticus	
<400> 98	
aacacacagc cgttggcgat ggcctccagt ggggccggac cctcataggg gaacccaaag	60
ccgatgaaga g	71
<210> 99	
<211> 71	
<212> DNA	
<213> Unknown	
<220><223> Gallus gallus domesticus	
<400> 99	
aataacctga ctgtaagact aaaccatttt gtaccatata tgttgacata gtaacctctt	60
agaagtggaac c	71
<210> 100	
<211> 71	
<212> DNA	
<213> Unknown	
<220><223> Gallus gallus domesticus	
<400> 100	
cttctgatcc ttctgtcca ttcccatca gcattcgcag aagtcgatgt tgtttgtgag	60
aacttctgtg a	71
<210> 101	
<211> 71	
<212> DNA	
<213> Unknown	
<220><223> Gallus gallus domesticus	
<400> 101	
tcccctccac agagggaccc ctctcattgc tccatcctct ccctctgctg tcctgctgaa	60

tagttatcaa t	71
<210> 102	
<211> 71	
<212> DNA	
<213> Unknown	
<220><223> Gallus gallus domesticus	
<400> 102	
cagtgaggtt tactcactgt cctcacttct gtaccaagga atattcagta ggaccagagg	60
tgacattatc a	71
<210> 103	
<211> 71	
<212> DNA	
<213> Unknown	
<220><223> Gallus gallus domesticus	
<400> 103	
gagagcgggtg gttcaaagat aagaagaatg agatgctaaa aaaacttcag ttcataaact	60
ttttttaaaa a	71
<210> 104	
<211> 71	
<212> DNA	
<213> Unknown	
<220><223> Gallus gallus domesticus	
<400> 104	
aagttcaata tagtttaact ttggtaagt taaaccaggt cgacttcaat ttacactttc	60
atgagcgttc c	71
<210> 105	
<211> 71	
<212> DNA	
<213> Unknown	
<220><223> Gallus gallus domesticus	
<400> 105	
attccccagc cataattcca aaggggaggg atgtgctctg ctttgctatc actgaaatat	60

aaagtaatca g	71
<210> 106	
<211> 71	
<212> DNA	
<213> Unknown	
<220><223> Gallus gallus domesticus	
<400> 106	
ggattttcag acaggaaggg tttgtaacgt gtttagaggg atgggtatcc ctgtcacgtg	60
ggagataaac a	71
<210> 107	
<211> 71	
<212> DNA	
<213> Unknown	
<220><223> Gallus gallus domesticus	
<400> 107	
ctcgcagggg atctgcagga ggaatacagt gaaaaatcca aagctgtcgg gcaggaggac	60
gccagcagtg c	71
<210> 108	
<211> 71	
<212> DNA	
<213> Unknown	
<220><223> Gallus gallus domesticus	
<400> 108	
cagctttact gaaaacttgg tgtgtctgct cataacgttg tgcttctaac cttatctgg	60
tttcaattca a	71
<210> 109	
<211> 71	
<212> DNA	
<213> Unknown	
<220><223> Gallus gallus domesticus	
<400> 109	
agattatcaa agtaaattat aatgtgttct gtactatgat ttctcagagt gcaacacaag	60

agcactggtt g	71
<210> 110	
<211> 71	
<212> DNA	
<213> Unknown	
<220><223> Gallus gallus domesticus	
<400> 110	
tgtgttatac ccttctgggt ttgccatcct taccacggaa catctgggtt gctgctcact	60
gcaggttgag g	71
<210> 111	
<211> 71	
<212> DNA	
<213> Unknown	
<220><223> Gallus gallus domesticus	
<400> 111	
cagtgcagac tgaaggcaca gaggatgtga tgatgagttt tcctaggcta caattaaatt	60
atagagacgt g	71
<210> 112	
<211> 71	
<212> DNA	
<213> Unknown	
<220><223> Gallus gallus domesticus	
<400> 112	
ctttttgaga gagagtaaata gtgaaagtac agatagcac gaaaatctca catgtttcag	60
cagcacgtg c	71
<210> 113	
<211> 71	
<212> DNA	
<213> Unknown	
<220><223> Gallus gallus domesticus	
<400> 113	
tcaaggaacg catggacctc ctgggttatc cattacgtga tacttaaaaa tggacaagaa	60

ttttatttac g	71
<210> 114	
<211> 71	
<212> DNA	
<213> Unknown	
<220><223> Gallus gallus domesticus	
<400> 114	
ccctccctc cttcctcccc taaagagcgg acaggacaat ttccagcccc gcaatgaaag	60
cacagcgcca g	71
<210> 115	
<211> 71	
<212> DNA	
<213> Unknown	
<220><223> Gallus gallus domesticus	
<400> 115	
aaagtaaaag agcaacaagt attgaatttg tcacaccatt tcttcaactg ttggaagtaa	60
actgataatc a	71
<210> 116	
<211> 71	
<212> DNA	
<213> Unknown	
<220><223> Gallus gallus domesticus	
<400> 116	
caggacaca cagagccttt agaaaggtcc ttagcagact tcccaccaa agcaggatgg	60
tcccttacgg c	71
<210> 117	
<211> 71	
<212> DNA	
<213> Unknown	
<220><223> Gallus gallus domesticus	
<400> 117	
aaaaagagc atttttaaaa attcatggtc catacatttg tcttttaca tcacaccgtt	60

attcatttca t	71
<210> 118	
<211> 71	
<212> DNA	
<213> Unknown	
<220><223> Gallus gallus domesticus	
<400> 118	
gacacagaga aatgctgctg caggagtcag ggcttgatag cctggtgggt atggcaggag	60
cacattaggg g	71
<210> 119	
<211> 71	
<212> DNA	
<213> Unknown	
<220><223> Gallus gallus domesticus	
<400> 119	
acagcactgt gctgtccctc ctctgggatg gcctcatgag ctccatgcac tgaacacaaa	60
cccactgctg c	71
<210> 120	
<211> 71	
<212> DNA	
<213> Unknown	
<220><223> Gallus gallus domesticus	
<400> 120	
gtacacctcc aggtgtgtaa agctactcac acttcagaca cctctgcgcg ctcttcagct	60
ctttccagct c	71