

THE HETERODUPLEXES DNA FORMATION IN THE TGF- β 2 AND CHD GENE FRAGMENTS AMPLIFICATION IN BIRDS

Kulibaba R. O., State Poultry Research Station of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine

The process of heteroduplex DNA formation during the PCR was examined. In the amplification of fragments of different alleles of CHD (genotype CHD-Z/CHD-W), and TGF- β 2 (genotype BL) genes the heteroduplex DNA were formed, whilst during the homozygous samples amplification the heteroduplex were not formed. The possibility of using of heteroduplexes as an additional CHD-Z/CHD-W genotype indicated marker for sex of birds determination by the P2P8 primers was shown, which significantly increases the sexing efficiency. On the basis of heteroduplex analysis an alternative method for PCR-RFLP genotyping of chicken by TGF- β 2 locus was proposed, which allows to successfully identify homozygous (BB, LL) and heterozygous (BL) genotypes.

Key words: artifacts, polymerase chain reaction, heteroduplexes, restriction, polymorphism.

УДК 636.52/. 58:575:636.592.082

МЕТОДИЧНІ АСПЕКТИ ВИКОРИСТАННЯ RAPD-ТЕХНОЛОГІЇ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ГЕНОМНОГО ПОЛІМОРФІЗМУ ГУСЕЙ УКРАЇНСЬКОЇ СЕЛЕКЦІЇ

Ляшенко Ю. В., к. с.-г. н.

Державна дослідна станція птахівництва НААН

Показана ефективність використання агарозного гель-електрофорезу в якості експрес-методу оцінки поліморфізму в RAPD-спектрах ампліфікації фрагментів геному гусей. Виявлено високий рівень поліморфізму RAPD-локусів (81-93 %) у племінних стадах Великих сірих і Великих білих гусей української селекції. Використані в дослідженнях 7 довільних праймерів (OPA-01, OPC-05, OPC-07, OPC-09, OPC-19, OPF-01, OPG-03) є ефективними для генетичної диференціації гусей як на породному, так і видовому рівнях. Аналіз RAPD-профілів обох популяцій гусей виявив 58 % спільних локусів, що підтверджує спорідненість їх походження.

Ключові слова: **породи гусей, RAPD-локуси, генетична мінливість, поліморфізм, полімеразна ланцюгова реакція, агарозний гель.**

Вважається, що першими одомашненими сільськогосподарськими тваринами були представники ряду гусеподібних (*Anseriformes*) родини качкових (*Anatidae*) – гуси, які за сучасною систематикою відносяться до роду *Anser* і нараховують декілька видів. Предками переважної більшості свійських порід гусей були два основних види – дика сіра гуска (*Anser anser*), що мешкає в Євразії, та гуска-сухоніс (*Anser cygnoides*), ареал якої знаходиться в східній частині Сибіру, в північному Китаї та Монголії. За даними FAO (Продовольча й сільськогосподарська організація Об'єднаних Націй) генетичні ресурси гусей нараховують близько ста порід та генетичних груп [1]. Найбільша кількість порід гусей виведена в Китаї на основі *Anser cygnoides* (24). В Європейських країнах породи створювались переважно з використанням *Anser anser*. До бази даних FAO занесено 13 порід російського походження, 11 – польського, по 7 французького й німецького, 5 – українського, по 1 – італійського, данського, угорського, чехословацького, англійського. Проте лише незначна кількість порід має комерційну привабливість. Всесвітньо відомими стали такі породи:



Італійська біла, Тулузька, Легарт, Рейнська та ін. Серед українських порід добре за-рекомендувала себе Велика сіра, а також створена на її основі разом із Рейнською породою синтетична популяція Велика біла.

Ураховуючи сучасну тенденцію до нарощування обсягів продукції гусівництва, обумовлену її дефіцитом на внутрішньому ринку країни, метою даної роботи була оцінка рівня генетичної мінливості в племінних стадах порід гусей Велика сіра та Велика біла з використанням ДНК-маркерів. Це дає змогу проаналізувати ефективність селекційно-племінної роботи на підтримання біологічного різноманіття зазначених порід гусей, що представляють цінність як вітчизняні генетичні ресурси водоплавної птиці.

Приймаючи до уваги недостатню вивченість геному представників водоплавної птиці порівняно з курми (*Galus galus*), в приведених дослідженнях використано RAPD-технологію (Random Amplified Polymorphic DNA), яка дозволяє визначити генетичну мінливість особин без попередньої інформації про нуклеотидну послідовність ДНК. Одним із перших досліджень із використання одиночних довільно вибраних праймерів і полімеразної ланцюгової реакції (ПЛР) можна назвати роботу Williams et al. (1990, [2]), в якій було продемонстровано універсальність методу на прикладі типування 24 штамів бактерій і трьох сортів рису. Із того часу RAPD-аналіз використовувався досить широко, накопичений чималий досвід оцінки мультилокусного поліморфізму різних організмів, зокрема водоплавної сільськогосподарської птиці (качки і гуси) [3,4]. Детальний їх аналіз виходить за межі даної публікації, однак можна зробити декілька основних висновків. RAPD має ряд переваг над іншими методами генетичного аналізу завдяки простоті виконання (широкий набір випадкових, переважно 10-нуклеотидних праймерів), відсутності потреби використання дорогого спецобладнання, радіоактивних (флуоресцентних) міток, що дозволяє ефективно проводити широкомасштабне типування особин [5]. Є в ньому і свої недоліки – чутливість до умов реакції, анонімність та домінуючий тип успадковування маркерів. RAPD-маркерам властивий високий рівень поліморфізму, який дозволяє ідентифікувати особин на різних ступенях організації (міжвидовий, міжпородний, внутрішньопородний). RAPD є ефективним методом оцінки генетичної мінливості в локальних популяціях тварин, що зберігаються як генофондні об'єкти, визначення філогенетичних зв'язків між породами і видами [6]. Аналіз публікацій свідчить також про відсутність спільного підходу щодо вибору однакового набору праймерів для досліджень поліморфізму особин одного виду, що унеможлиблює проведення порівняльного аналізу. Значно краще такий підхід реалізовано для оцінки біорізноманіття промислових видів сільськогосподарських тварин, у тому числі і для курей, на прикладі використання SSR-маркерів [7]. Із іншого боку, RAPD-маркери за стабільністю прояву поступаються SSR. Враховуючи також переважне використання агарозних гелів для їх детекції з відносно низькою розподільною здатністю, порівнювати RAPD-профілі, отримані різними авторами навіть за умови використання однакових праймерів, можна лише умовно, обмежуючись загальною оцінкою рівня поліморфізму. Більш корисною може бути інформація щодо даного типу маркерів отримана одним дослідником, коли її можна використовувати, наприклад, як відправну точку для контролю зміни рівня генетичної мінливості в генофондних стадах дослідних популяцій.

Методичні аспекти використання RAPD-аналізу для ПЛР-діагностики в сучасних наукових публікаціях майже не розглядаються. Більшою мірою це питання цікавило дослідників певний проміжок часу з моменту відкриття методу. Прикладом такої публікації можна назвати роботу австралійських вчених M.A. Aylliffe et al. (1994), в якій розглядаються артефакти RAPD-ПЛР на основі гетеродуплексної кон-

формації ДНК в нативних поліакриламідних гелях [8]. Автори статті доводять можливість виникнення додаткових, невластивих для батьківського генотипу, локусів саме внаслідок утворення гетеродуплексів.

Дослідження вітчизняних генетичних ресурсів гусей з використанням RAPD-методу проводиться вперше. Раніше ми здійснили спробу використання RAPD-аналізу для дослідження генетичної мінливості курей української селекції [9]. У процесі відпрацювання методики проведення RAPD-ПЛР виникали спірні питання щодо ефективності використання різних систем гель-електрофорезу, детекції продуктів ампліфікації за їх положенням (розміром) та інтенсивністю свічення на електрофореграмі, умов проведення реакції. Тому на даному етапі досліджень було поставлене завдання на основі отриманого досвіду роботи з RAPD-методом діагностики провести оцінку рівня генетичної мінливості в популяціях гусей двох порід вітчизняної селекції, які утримуються в одному з племгосподарств України.

Матеріали та методи досліджень. Об'єктом дослідження були гуси породи Велика сіра (ВС) та синтетичної популяції Велика біла (ВБ), які утримуються у племінному птахогосподарстві «Роздольне» Харківської обл. Тотальну ДНК виділяли з пір'я 25 особин кожної популяції гусей за допомогою комерційного набору «Сорб-В» («Амплиценс», Росія). Для порівняльного аналізу міжвидового поліморфізму використовували зразки ДНК курки [9] та качки породи українська глиняста.

Для проведення RAPD-ПЛР використовували 7 довільних декануклеотидних праймерів ОРА-01, ОРС-05, ОРС-07, ОРС-09, ОРС-19, ОРФ-01, ОРГ-03 («Operon Technologies Inc.», США).

Ампліфікацію ДНК проводили з використанням програмованого термоциклеру «Терцик» («ДНК-технология», Росія). ПЛР проводили в наступному режимі: початкова денатурація – 3 хв. при 94°C, наступні 45 циклів із такими параметрами: денатурація – 1 хв. при 94°C, відпал праймерів – 1 хв. при 32°C, елонгація – 2 хв. при 72°C, кінцева елонгація – 5 хв. при 72°C.

Реакція ампліфікації проходила в об'ємі 10 мкл, яка включала 1 мкл 10×буферу («Сибензим», Росія) з 2 мМ MgCl₂; 200 мкМ кожного із ДНТФ; 0,6 мкМ праймеру; ~100 нг ДНК-матриці і 0,5 од. ДНК полімерази («Сибензим», Росія).

Розподіл продуктів ампліфікації проводили методами горизонтального (2% агарозний гель) та вертикального (5% поліакриламідний гель, ПААГ) електрофорезу з використанням 1×ТВЕ буфера (89 мМ тріс, 89 мМ борної кислоти, 2 мМ трилон Б). Розмір ампліфікаційних фрагментів визначали з використанням маркерів молекулярних мас М-100 і М-200 («Изоген», Росія).

Візуалізацію продуктів ампліфікації проводили за допомогою УФ-випромінювача з використанням бромистого етидію (додавання 0,5 мг/л до агарозного гелю та 1 мг/л в розчин для відмивки ПААГ), а також фарбуванням гелю в 0,2% AgNO₃ [10]. Електрофоретичні профілі ампліфікованої ДНК задокументували з використанням цифрової фотокамери.

Обчислення молекулярної маси продуктів ампліфікації проводили за допомогою програми GelAnalyzer (Version 2010a freeware). Кожен RAPD-фрагмент на електрофореграмі, представлений у вигляді чіткої смуги яскравого свічення з високою відтворюваністю при повторній ампліфікації, розглядали як окремий локус. Рівень поліморфізму визначали у відсотках відношенням числа поліморфних локусів до загального числа виявлених локусів для кожного з праймерів.

Результати досліджень. Для детекції мультилокусного поліморфізму RAPD-технологія допускає використання двох основних систем електрофорезу – агарозного та поліакриламідного. Позитивними сторонами використання агарозних гелів є простота і швидкість. Для якісної візуалізації фрагментів розміром 100-3000 п.н. достат-

нім було застосування техніки горизонтального електрофорезу в 2-3 % агарозному гелі з додаванням бромистого етидію. Поліакриламідні гелі відрізняються більшою розподільною здатністю [11]. Однак візуалізація продуктів ампліфікації в ПААГ з використанням бромистого етидію не дозволила ефективно проводити детекцію RAPD-фрагментів зі слабким свіченням, якого було достатньо для виявлення в агарозі (рис.1А, 1Б). Інтенсивність свічення у ПААГ була вищою за основними локусами. Проте у разі значної кількості ампліконів одного розміру спостерігалися дифузні «спливи», які погіршували детекцію. Агарозні гелі не дозволяють чітко визначити кількість ампліконів у випадку щільно розташованих близьких за розміром основних фрагментів. На рисунку 1В приведені спектри RAPD-ампліфікації з використанням праймера OPC-05 в 5 % ПААГ на основі фарбування сріблом. Якщо порівняти основні фрагменти агарозного гелю розміром ~ 600 п.н. з відповідними зразками в ПААГ, кількість детектованих фрагментів може збільшитись у декілька разів.

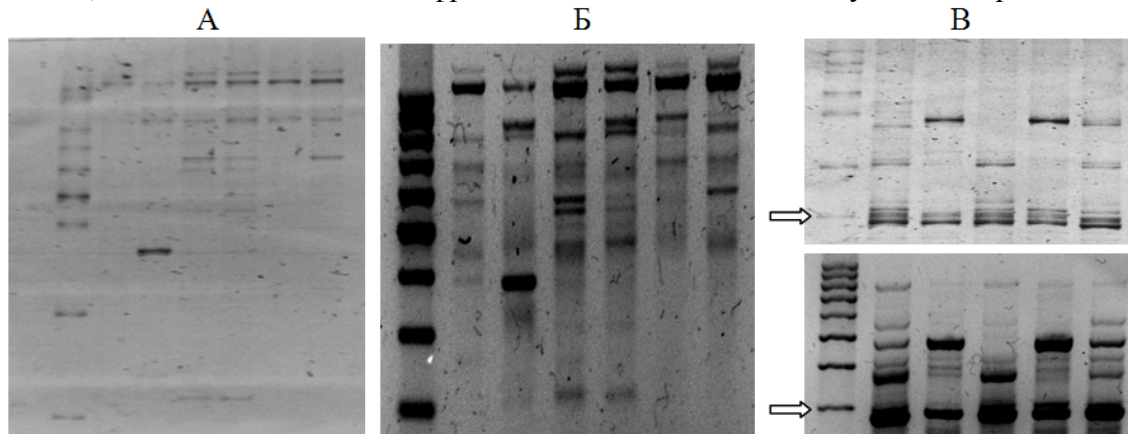


Рис.1. Порівняння розподільної здатності агарозних і поліакриламідних гелів

А-ПААГ, електрофореграма отримана з використанням OPC-19;

Б – агарозний гель, OPC-19, ті ж самі проби;

В – OPC-05, зверху – ПААГ, знизу – агарозний гель, стрілками позначені 600 п.н.

Суттєвим недоліком є анонімність RAPD-маркерів. Фрагменти однакової довжини можуть мати різну локалізацію в геномі. Основні локуси, представлені на електрофореграмі відносно широкими полосами з яскравим свіченням, також можуть бути комбінацією різних за розміром і за походженням фрагментів. Для RAPD-маркерів визначають тільки показник загального рівня поліморфізму, оскільки рівень гетерозиготності визначити неможливо у зв'язку з домінантним типом успадкування. Точну ідентифікацію (розмір) RAPD-локусу з використанням агарозного чи поліакриламідного гель-електрофорезу встановити неможливо. Враховуючи анонімність маркерів, вони можуть відрізнятися за довжиною на будь-яку величину, що істотно ускладнює їх візуальну детекцію. Використання програм із аналізу електрофореграм лише ускладнює процес ідентифікації. Дослідник отримує вдвічі більше ампліконів різної довжини, більшість із яких будуть унікальними. Крім того, в процесі детекції необхідно визначитися з порогом візуального сприйняття амплікону зі слабким рівнем свічення. Використання зорового аналізатора дає лише суб'єктивні результати.

На етапі визначення кількості і довжин локусів було використано програму GelAnalyzer, яка дозволяє встановлювати межу інтенсивності свічення, нижче якої аналіз ампліконів не проводиться. Програмний модуль із визначення довжин ампліфікованих фрагментів не використовувався з причини істотних відхилень екстраполяційних даних від заданих маркером молекулярних мас. Розмір локусів визначався наближено за допомогою візуального порівняння з маркером.



Отже, враховуючи більшу простоту застосування і якість візуалізації RAPD-фрагментів, перевага агарозного гель-електрофорезу була суттєвою.

Аналіз результатів дослідження мультилокусного поліморфізму в популяціях Великих сірих і Великих білих гусей за використання 7 RAPD-праймерів свідчить, що варіація RAPD-патернів більшою мірою залежала від дизайну праймерів і породних особливостей гусей. Загалом ідентифіковано 147 ампліфікованих фрагментів генної ДНК (113 для ВС і 109 для ВБ), що в середньому становило 21 амплікон на один праймер (табл.).

На міжпородному рівні 96 % RAPD-локусів виявились поліморфними (81 % для ВС і 93 % для ВБ). У залежності від праймеру розміри локусів варіювали в широких межах: ~ від 110-405 п.н. до 1155-1850 п.н. Найменшу кількість RAPD-фрагментів було встановлено з використанням праймеру ОРА-07 (15), найбільшу – для ОРА-01 і ОРС-05 (26).

Таблиця

Характеристика RAPD-локусів у популяціях гусей популяцій Великої білої та Великої сірої

Праймер	Розмір фрагментів п.н.	Кількість локусів, шт.			Кількість монорфних локусів, шт.			Кількість породоспецифічних локусів, шт.		
		Взагалі	ВС	ВБ	Взагалі	ВС	ВБ	Взагалі	ВС	ВБ
ОРФ-01	370-1850	19	14	14	1	3	1	4	2	2
ОРГ-03	237-1463	19	14	13	1	5	1	8	3	5
ОРА-01	370-1850	26	21	25	1	4	1	6	1	5
ОРС-05	248-1600	26	20	21	1	4	2	8	3	5
ОРА-07	110-1350	17	13	12	0	2	0	9	5	4
ОРС-09	405-1700	15	14	8	1	2	1	9	7	2
ОРС-19	205-1155	25	17	16	1	1	2	17	9	8

Спільними для обох порід були 58 % локусів (86 із 147), що підтверджує спорідненість походження Великих сірих і Великих білих гусей [12] (рис. 2). Перш за все це стосується розподілу основних фрагментів – чітко виражених полос на електрофореграмі з яскравим свіченням (*major bands*). Породоспецифічні локуси серед основних RAPD-фрагментів майже не зустрічались. Переважна більшість приватних локусів належала до фрагментів із порівняно слабким свіченням (*minor bands*). Загальна кількість таких локусів для обох порід була практично однаковою (30 для ВС і 31 для ВБ) і в середньому становила 4 на один праймер.

Використані в дослідженні праймери були досить інформативними не лише для оцінки генетичної мінливості особин на внутрішньопородному та міжпородному рівні (середній рівень поліморфізму становив 87 % та 96 % відповідно), але і на міжвидовому. На рисунку 2 представлені електрофореграми зі спектрами RAPD-фрагментів трьох різних видів птиці – гусей, качок та курей. Порівняльний аналіз їх генетичних профілів дозволив виділити лише 12 основних локусів із подібною довжиною ампліконів. Решта локусів була специфічною для даних видів птиці. Таким чином встановлені особливості розподілу RAPD-фрагментів на основі використання зазначених праймерів можуть бути корисними для диференціювання генотипів на рівні видів сільськогосподарської птиці (наприклад для контролю походження матеріалу при *ex situ*).



Отримані результати визначають високий рівень генетичної мінливості в досліджених популяціях гусей. Рівень генетичної диференціації геномної ДНК гусей порід Велика сіра і Велика біла за RAPD-локусами дає підстави стверджувати про ефективність заходів селекційно-плеємінної роботи для підтримання їх біологічного різноманіття.

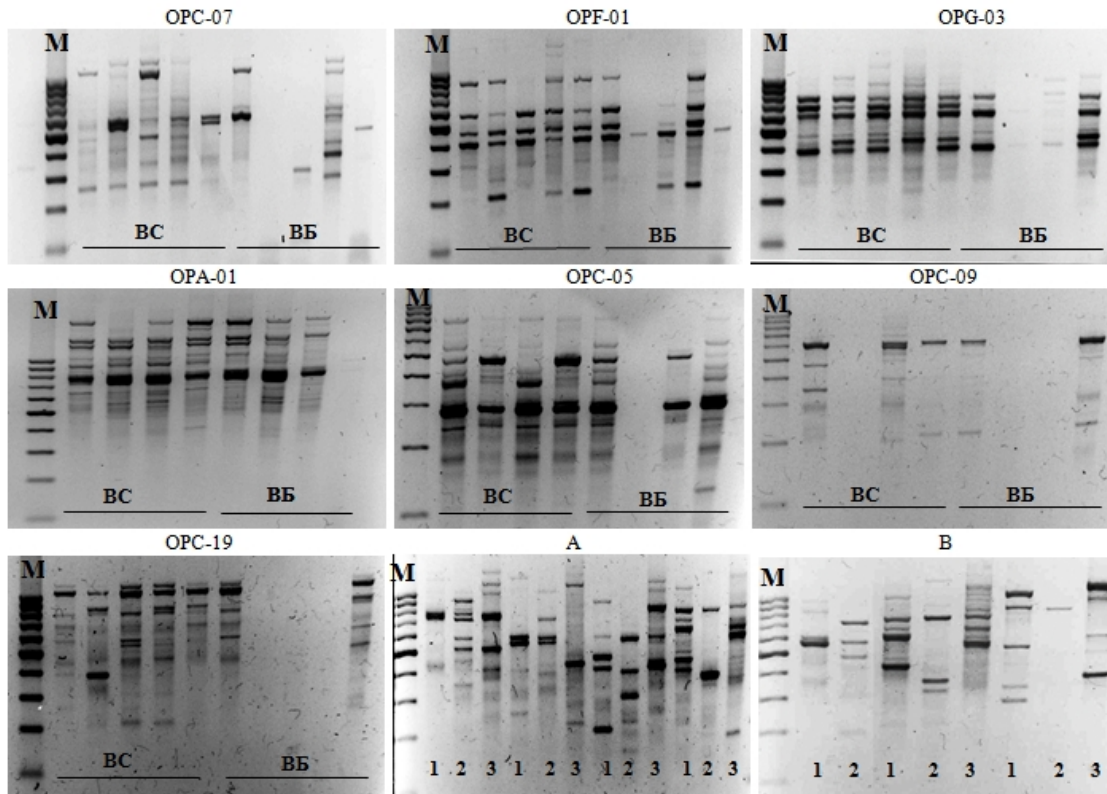


Рис. 2. Електрофореграми з RAPD-спектрами гусей за використання 7 праймерів

A і B – електрофореграми з RAPD-локусами 3 видів птахів: гуси (1), качки (2) і кури (3)
M – маркер молекулярних мас: для OPC-05 і OPC-09 – M-200, для решти – M-100.

Висновки:

1. Проведено порівняльний аналіз ефективності використання різних систем гель-електрофорезу для детекції RAPD-локусів. Доведено доцільність застосування агарозного гель-електрофорезу в якості експрес-методу оцінки поліморфізму в RAPD-спектрах ампліфікації.

2. Виявлено високий рівень поліморфізму RAPD-локусів у плеємінних стадах Великих сірих і Великих білих гусей, який знаходився в межах 81-93 %.

3. Встановлено ефективність використання довільних праймерів (OPA-01, OPC-05, OPC-07, OPC-09, OPC-19, OPF-01, OPG-03) для генетичної диференціації гусей на внутрішньопородному, міжпородному та видовому рівнях організації.

4. Аналіз RAPD-профілів досліджених популяцій гусей виявив 58 % спільних локусів (86 із 147), що підтверджує спорідненість їх походження.



Бібліографічний список

1. Goose production. FAO animal production and health paper. – 154. – Rome, Italy: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2002. P. 140-145.
2. DNA polymorphisms amplified by arbitrary primers are useful as genetic markers / J. GK Williams, A. R. Kubelik, K. J. Livak [et al.] // Nucleic Acids Res. – 1990. – № 8. – P. 6531–6535.
3. Рамазанов А. У. Молекулярная характеристика кроссов уток «Бишкульская цветная» и «Медео» на севере Казахстана / А. У. Рамазанов, Г. А. Темирбекова, К. Н. Каньшев // Птахівництво: Міжвід. темат. наук. зб. / ІТ НААН. – 2013. – Вип. 69. – С. 271 – 276.
4. DNA polymorphism in various goose lines by RAPD-PCR / M. Bednarczyk, M. Siwek, A. Mazanowski [et al.] // Folia Biol (Krakow). – 2002. – Vol. 50(1–2). – P. 45 – 48.
5. Календарь Р. Н. Типы молекулярно-генетических маркеров и их применение / Р. Н. Календарь, В. И. Глазко // Физиология и биохимия культ. растений. – Т. 34 (№4). – 2002. – С. 279-296.
6. Хлесткина Е. К. Молекулярные маркеры в генетических исследованиях и в селекции / Е. К. Хлесткина // Вавиловский журнал генетики и селекции. – 2013. – Т. 17 (№ 4/2). – С. 1044–1053.
7. Molecular genetic characterization of animal genetic resources. FAO Animal Production and Health Guidelines. – № 9. – Rome, Italy: FAO of the UN, Commission on Genetic Resources for Food and Agriculture, 2011. – 87 p.
8. Heteroduplex molecules formed between allelic sequences cause nonparental RAPD bands / M. A. Ayliffe, G. J. Lawrence, J. G. Ellis [et al.]. // Nucleic Acids Res. – 1994. – Vol.22 (№9). – P. 1632–1636.
9. Кулибаба Р. А. Использование RAPD-анализа для изучения генетической изменчивости популяций мясо-яичных кур украинской селекции / Р. А. Кулибаба, Ю. В. Ляшенко, О. А. Катеринич // Птахівництво. – №70. – 2013. – С. 14–19.
10. Irwin N. Molecular cloning: a laboratory manual / N Irwin, K. A. Janssen / Cold spring harbor laboratory press; 3th edition: New York, 2001. – 764 p.
11. Кулибаба Р. А. Сравнительный анализ эффективности использования агарозных и полиакриламидных гелей в молекулярно-генетических исследованиях / Р. А. Кулибаба, Ю. В. Ляшенко // Птахівництво. – №71. – 2014. – С. 88-98.
12. Каталог племінних ресурсів сільськогосподарської птиці України / Ю. О. Рябоконт, В. О. Пабат, Д. М. Микитюк [та ін.] / Під редакцією Ю. О. Рябоконт. – Х., 2005. – 78 с.

МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ RAPD-ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ГЕНОМНОГО ПОЛИМОРФИЗМА ГУСЕЙ УКРАИНСКОЙ СЕЛЕКЦИИ

Ляшенко Ю. В., Государственная опытная станция птицеводства НААН

Показана эффективность использования агарозного гель-электрофореза в качестве экспресс-метода оценки полиморфизма в RAPD-спектрах амплификации фрагментов генома гусей. Выявлен высокий уровень полиморфизма RAPD-локусов (81-93 %) в племенных стадах Больших серых и Больших белых гусей украинской селекции. Используемые в исследованиях 7 произвольных праймеров (OPA-01, OPC-05, OPC-07, OPC-09, OPC-19, OPF-01, OPG-03) являются эффективными для генетической дифференциации гусей как на породном, так и на видовом уровнях. Анализ RAPD-профилей обеих популяций гусей выявил 58 % общих локусов, что подтверждает общность их происхождения.



Ключевые слова: породы гусей, RAPD-локусы, генетическая изменчивость, полиморфизм, полимеразная цепная реакция, агарозный гель.

RAPD-TECHNIQUES METHODOLOGICAL ASPECTS FOR UKRAINIAN GEESSE BREEDS GENOMIC POLYMORPHISM RESEARCH

Liashenko Yu., State Poultry Research Station NAAS

The efficiency of using of agarose gel electrophoresis method as a rapid test of assessment of the polymorphism in RAPD spectra of geese genome fragments amplification was showed. The high level of RAPD loci polymorphism (81-93%) in breeding herds of Large gray and Large white geese of Ukrainian selection was determined. The seven arbitrary primers (OPA-O1, ORS-05, ORS-07, ORS-09, ORS-19, OPF-O1, OPG-03) using in the study were effective for genetic differentiation of geese as will breed as species level. The RAPD profiles analysis of both geese populations was allow to detected 58% of the common loci, confirming their common origin.

Key words: geese breeds, RAPD loci, genetic variation, polymorphism, polymerase chain reaction, agarose gel.

УДК 636.2.053.084.424

**ІНТЕНСИВНЕ ВИРОЩУВАННЯ РЕМОНТНИХ ТЕЛИЦЬ
ЧЕРВОНОЇ МОЛОЧНОЇ ПОРОДИ ЗА СУЧАСНИМИ НОРМАМИ
ГОДІВЛІ**

Михальченко С. А., д. с.-г. н.

Інститут тваринництва НААН

Дімчя Г. Г., к. с.-г. н.

ДУ Інститут сільського господарства степової зони НААН

У статті досліджено хімічний склад і поживність кормів та раціонів, встановлено фактичне споживання сухої речовини раціонів ремонтними телицями різного віку та динаміку їх живої маси за періодами вирощування 7 до 15-місячного віку, розраховано ефективність використання енергії і протеїну ремонтними теличками в різні періоди вирощування.

Проведені дослідження свідчать, що нові норми для інтенсивного вирощування ремонтних телиць у цілому прийнятні для вирощування телиць червоної молочної породи у 15-місячному віці до живої маси більше 400 кг, за умов дотримання основних параметрів годівлі. Однак, потребують корегування у бік зменшення показників можливого споживання сухих речовин у віці 7 – 13 місяців до 2 – 2,3 кг на 100 кг ЖМ та підвищення при цьому концентрації енергії в раціоні до 10 – 10,2 МДж ДОЕ/кгСР.

Ключові слова: корми, поживність, раціони, телиці, норми, жива маса, енергія, протеїн, конверсія.

Проблема вирощування ремонтних телиць є однією з ключових в інтенсифікації галузі молочногo скотарства в Україні. Незадовільні умови утримання, низький рівень годівлі та неякісні корми не можуть забезпечити інтенсивність росту ремонтного молодняка на рівні затвердженого стандарту для конкретної породи тварин.