

СЕЛЕКЦІЙНО-ГЕНЕТИЧНІ ПІДХОДИ ДО ВИВЕДЕННЯ НОВИХ ГЕНОТИПІВ ДИМОРФНИХ ГУСЕЙ

Хвостик Віктор Павлович

доктор сільськогосподарських наук
Інститут розведення і генетики тварин
імені М.В.Зубця НААН (с. Чубинське, Україна)
ORCID: 0000-0002-8107-4831
Email: lab29@meta.ua

Бондаренко Юрій Васильович

доктор біологічних наук, професор
Сумський національний аграрний університет (м. Суми, Україна)
ORCID: 0000-0002-5746-379X
Email: yuvbond@ukr.net

Виведення і використання у промисловому та фермерському гусівництві аутосексних за забарвленням оперення гусей має велике народногосподарське значення внаслідок зниження витрат на сортування птиці і попередження перенесення інфекційних хвороб. Розроблені селекційно-генетичні підходи до виведення аутосексних гусей з бажаним набором маркерів генів дають змогу чітко ідентифікувати стать птиці за фенотипом у добовому і дорослому віці. Як вихідні породи були вибрані рейнські білі (батьківська форма) та великі сірі (материнська форма) гуси вітчизняної селекції. У зв'язку з наявністю в генотипі всіх гібридних гусенят F_1 тільки однієї дози неповнодомінантного гену Sd , весь молодняк в добовому віці мав суцільне сіре з жовтими кінчиками крил забарвлення пуху. У статевозрілому віці гусачки F_1 мали сіре забарвлення оперення з білими пір'їнами першого порядку, тоді як самочки були білими з темно-сірими маховими пір'їнами другого порядку на крилах та сірими плямами на спині. Дорослі гібридні самці F_2 мали біле суцільне забарвлення оперення, типові самки теж були білими, але відрізнялися від гусаків сірими маховими пір'їнами першого і другого порядку на крилах і окремими сірими плямами на спині. Внаслідок схрещування птиці за розробленою складною схемою отримано гібридних гусенят третього покоління (F_3) 3-х генотипів і відповідно 3-х фенотипів забарвлення пухового покриву в розрізі кожної статі. Для подальшої роботи в межах кожної статі в добовому віці відібрано самців і самок F_3 лише з типовим (цільовим) колорсексним фенотипом: самці (генотип $G/G Sd/Sd Sp/Sp C/C$) мали світло-сіре суцільне забарвлення дорзальної поверхні тіла, самочки ($G/- Sd/- Sp/Sp C/C$) – сірий суцільний пух на спині й голові. В молодому та статевозрілому віці самці мали біле суцільне оперення, а самки відрізнялися від них сірими маховими пір'їнами першого та другого порядку на крилах і, як правило, наявністю кількох темних пір'їн на спині. При розведенні гусей F_3 з типовим аутосексним генотипом „у собі” одержали нащадків послідовного четвертого покоління (F_4), колорсексних за кольором пуху в добовому віці, а за кольором оперення – у дорослому, тобто особин з чітко вираженим статевим диморфізмом. Сформований у новоствореній популяції феномен диморфності (колорсексності) гусей дає можливість отримати практично 100,0%-ву точність визначення статі птиці на різних етапах онтогенезу.

Ключові слова: гуси, генотип, фенотип, забарвлення пуху, колір оперення, точність сексування, диморфність.

DOI: <https://doi.org/10.32845/bsnau.lvst.2021.2.7>

Сучасний інтенсивний розвиток птахівництва, як однієї з найбільш рентабельних та розвинутих галузей тваринництва, не передбачається можливим без створення нових вітчизняних високопродуктивних порід, ліній і кросів птиці, які поряд з високим генетичним потенціалом характеризувалися б відмінними адаптаційними якостями та були пристосованими до виробництва продукції в різних технологічних умовах (інтенсивні, напівінтенсивні та екстенсивні технології) [1].

У вітчизняному гусівництві племінна робота проводиться з птицею на рівні порід [2]. Селекційно-генетична робота з виведення нових вітчизняних аутосексних порід і популяцій гусей на даний час не проводиться. Тому розробку теоретичних основ та практичне виведення нових вітчизняних популяцій (на початкових етапах селекційного процесу) аутосексних гусей, а в подальшому – консолідованих аутосексних порід з високим рівнем генетичного потенціалу продуктивних та адаптивних якостей, слід вважати актуальним завданням селекційної науки й практики.

Селекціонери у своїй роботі все частіше використо-

вують генетичні особливості успадкування якісних ознак, створюючи спеціалізовані кроси яєчних і м'ясних курей із маркуючими генами, що базуються на зчепленому зі статтю успадкуванню ознак забарвлення пуху або швидкості росту оперення добового молодняку [3, 4].

Досягнуті значні успіхи у вивченні генетичних закономірностей успадкування забарвлення оперення птиці як однієї з найбільш показових якісних ознак. Їх розуміння важливе з тієї точки зору, щоб вміти зберегти та ефективно використати в практичній селекційній роботі цінні генотипності маркерних генів. Внаслідок гомозиготності за багатьма відомими генами, які контролюють забарвлення оперення, аутосексна птиця може використовуватися як для створення високопродуктивних ліній та кросів, так і в складі резервних колекцій для проведення генетичного аналізу і картування деяких спадкових факторів [5].

Одним з важливих напрямків селекційної роботи у птахівництві є створення аутосексних ліній і кросів птиці, чого і досягають селекціонери під час виведення нових селекційних форм. Особливе значення це набуває в плані

зниження затрат праці на сортування молодняку за статтю і підвищення точності сексування до 98,0-99,5 % [6]. Переваги аутосексної птиці для крупномасштабного виробництва ймовірно: це одержання кондиційного добового молодняку за швидкості сортування його за статтю 7-8 тис. голів за годину та точністю до 99,0 %, підвищення життєздатності молодняку за період вирощування за рахунок зниження травматизму й перезараження особин [7].

Метою роботи було теоретично обґрунтувати та практично реалізувати селекційно-генетичні підходи до виведення диморфних гусей.

Матеріали та методика досліджень. Раніше в класичних дослідженнях вчених-генетиків [8-10] було показано, що аутосексне забарвлення оперення птиці в межах роду *Anser* формується при комплексному поєднанні в одному генотипі неповністю домінуючих факторів блакитного розбавлення (**Sd**) і суцільного забарвлення оперення (**Sp**), які експресують на фоні повністю домінуючих основного гену колірності (**C**) і гену сірого забарвлення оперення (**G**). Виходячи з цього, ми вважаємо, що перспективну модель комплексного генотипу самців і самок створюваної нами нової диморфної (колорсексної) популяції гусей, аутосексних за кольором пуху в добовому віці та за забарвленням оперення в дорослому віці, можна виразити наступними генетичними формулами: ♂ – **G/G Sd/Sd Sp/Sp C/C**; ♀ – **G/- Sd/- Sp/Sp C/C**.

При виборі вихідного селекційного матеріалу для отримання аутосексних генотипів птиці нами були використані дані про генетичну структуру забарвлення оперення гусей різних порід [5].

Виходячи з перспективної спадкової моделі колорсексності гусей нами розроблено оптимальну схему синтезу диморфних генотипів, яка базується на законах Грегора Менделя і закономірностях успадкування зчеплених зі статтю якісних ознак [11].

Результати досліджень. Як вихідні породи для виведення колорсексної популяції гусей були вибрані рейнські білі (батьківська форма) та великі сірі (материнська форма) гуси вітчизняної селекції. Птиця першої породи була джерелом гену **Sd**, а другої – гену **Sp**. Об'єднання в одному генотипі спадкових факторів **Sd** і **Sp** дасть змогу отримати новий диморфний за забарвленням пуху й оперення фенотип гусей. Ідентифікація статі гусенят здійснюватиметься не за рахунок зчепленого зі статтю успадкування гену блакитного

розбавлення (**Sd**), а внаслідок ефекту дози цього спадкового фактору (♂ **Sd/Sd**, ♀ **Sd/-**). Безумовно, на фенотип пір'яного покриву здійснює вплив значна кількість інших генів меланогенезу, проте ми розглядаємо лише алелі тих генів, дія яких має пряме відношення до формування статевого диморфізму за забарвленням пуху птиці.

Генотип рейнських самців за генами, які контролюють синтез меланогенезу, такий: **G/G Sd/Sd sp/sp C/C**. Тобто, гусаки рейнської породи є гомозиготними за неповнодомінантним геном **Sd** блакитного розбавлення сірого забарвлення оперення, який у подвійній дозі (**Sd/Sd**) визначає білий колір оперення у дорослої птиці. Гусаки рейнської породи є також гомозиготами (**G/G**) за домінуючим геном сірого забарвлення оперення **G** та гомозиготами (**sp/sp**) за рецесивним геном плямистого забарвлення оперення **sp**. Ефект подвійної дози гену **Sd** у самців проявляється в більш сильному освітленні їх пуху в добовому віці, ніж у самок, внаслідок чого чистопородні гусачки, як правило, мають жовте або плямисте світло-сіре забарвлення пуху, а у дорослих самців ген **Sd** обумовлює білий колір оперення.

Генотип самок великої сірої породи за генами, які детермінують темно-сіре забарвлення оперення (характерне предковій формі *Anser anser*), наступний: **G/- sd/- Sp/Sp C/C**. Вибрані для схрещування гусочки є гомозиготами за алелем **Sp** гену суцільного забарвлення оперення та гемізіготними за генами **G** та **sd**. Внаслідок наявності в генотипі гусок великої сірої породи подвійної дози гену суцільного забарвлення оперення **Sp**, вони мають суцільне темно-сіре забарвлення дорзальної поверхні тіла.

Для схрещування використано 50 самців рейнської породи та 150 самок великої сірої породи. Все поголів'я гусаків рейнської породи й гусок великої сірої породи сформовано в окрему групу й ідентифіковано індивідуальними мітками на крило. Яйця, отримані від птиці цієї групи, маркувалися спеціальним кодом, що дало можливість провести відповідну оцінку результатів їх інкубування й отриманий добовий гібридний молодняк оцінити за фенотипом.

На вирощування передано 433 добових гусенят F₁. Схему схрещування рейнських самців із великими сірими самками та генотипи забарвлення оперення птиці вихідних форм і гібридних гусенят першого покоління (F₁) показано на рисунку 1.

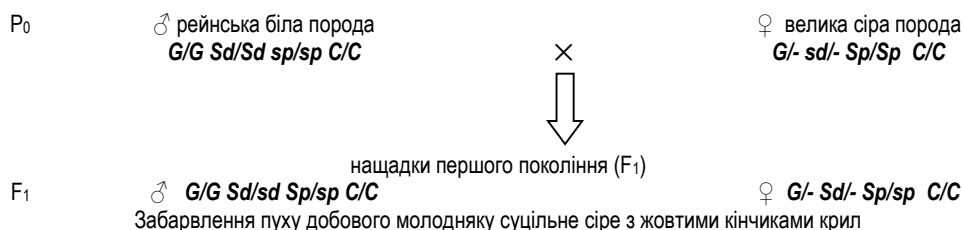


Рисунок 1. Схема схрещування рейнських і великих сірих гусей

У зв'язку з наявністю в генотипі всіх гібридних гусенят F₁ тільки однієї дози неповнодомінантного гену **Sd**, весь молодняк в добовому віці мав суцільне сіре з жовтими кінчиками крил забарвлення пуху, тобто статевий диморфізм за фенотипом у них не проявлявся.

У статевозрілому віці гусачки мали сіре (попілнасте) забарвлення оперення з білими пір'їнами першого порядку,

тоді як самочки були білими з темно-сірими маховими пір'їнами другого порядку на крилах та сірими плямами на спині. Самці в цілому були темнішими за самок, що пов'язано з подвійною дозою (**G/G**) в їхньому генотипі гену сірого забарвлення **G** та явищем неповного домінування гену блакитного розбавлення **Sd** над його рецесивним алелем **sd** (відсутність блакитного розбавлення). У самок одна доза алеля **Sd**

призводить до значного освітлення їх сірого забарвлення оперення, тоді як у самців фенотиповий ефект одинарної дози цього ж алеля **Sd** в значній мірі нівелюється неповністю рецесивним його алеломорфом **sd**. Вся ця складна алейна й міжалельна взаємодія генів і призводить до більш світлого забарвлення самок порівняно із самцями.

На другому етапі для отримання типових колорсексних генотипів гусей проведено схрещування птиці за двома розробленими схемами. В першому варіанті до гібридних самців F₁ підібрано гібридних самок F₁, які разом за природного парування утримувалися в окремій секції. В результаті реалізації цього схрещування планувалося отримати певну кількість типових колорсексних гусачків та гусочок. Теоретичний вихід бажаних генотипів передбачався на рівні 12,5 %.

У другому варіанті гібридні самці F₁ спарювалися із чистопородними самками великої сірої породи. Це давало змогу у цьому схрещуванні також отримати тільки гусочок F₂ з типовим бажаним генотипом. Використання у схрещуванні гусок великої сірої породи передбачалося також важливим у плані успадкування нащадками другої генерації (F₂) цінних

генетичних задатків великих сірих гусей, таких як висока життєздатність, відмінна адаптованість до місцевих умов розведення (резистентність до локальних штамів мікроорганізмів, пристосованість до місцевих кормів та несприятливих умов навколишнього середовища), висока інтенсивність росту молодняку, відмінна м'ясна продуктивність. Крім цього, використання у схрещуванні птиці різного генетичного матеріалу передбачається доцільним з точки зору накопичення у одному генотипі, а саме у гібридів F₂, нових генних комплексів (різномірності спадкового матеріалу), що сприяло б підвищенню гетерогенності нащадків послідовних поколінь.

В першому варіанті групу гусей сформовано з 60 гібридних самців F₁ та 155 гібридних самок F₁, які знаходилися на груповому утриманні за природного спарювання. У другому варіанті 55 гібридних самців F₁ утримувалися разом із 155 самками великої сірої породи першого року використання. На рисунку 2 наведено схему першого варіанту схрещування гібридних самців F₁ із самками F₁.

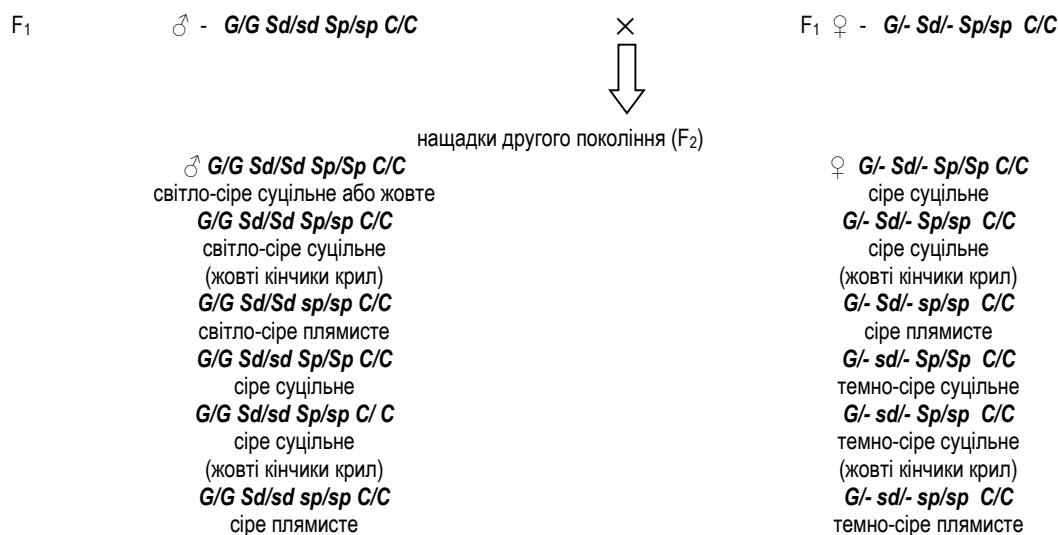


Рис. 2. Схема першого варіанту схрещування гібридів F₁ „у собі” та фенотипи гусей F₂

В результаті цього схрещування отримано нащадків другого покоління (F₂), у яких сильно варіювали забарвлення та малюнок пухового покриву (табл. 1). Після вибірки гусенят із інкубатору та їх обсихання у них спочатку визначали стать японським методом. Це, в свою чергу, дозволило провести цілеспрямований відбір бажаних фенотипів окремо серед самців і самок. Відсоток фактично отриманих типових за фенотипом гусенят наближається до теоретично розрахованого.

Оскільки гуси вихідних батьківської (рейньська біла порода) й материнської (велика сіра порода) форм відрізнялися за двома основними генами, контролюючими меланогенез (локуси **Sd** і **Sp**), таке схрещування можна назвати дигібридним. Характер розщеплення (число і співвідношення фенотипових класів) в цьому схрещуванні обумовлюється, передусім, неповним домінуванням алелей **Sd** і **Sp** та локалізацією гену **Sd** у статевій хромосомі **Z**. Тому, теоретично очікуване розщеплення за самцями і самками повинно

відрізнятися якісно за наступного співвідношення специфічних для кожної статі фенотипів – 1:2:1:1:2:1.

Отримані в нашому модельному досліді значення χ^2 по самцях (2,06) і самках (2,45) менші порогової величини (3,84). Отже, незначні відмінності між фактичними і теоретично очікуваними фенотиповими класами гусенят F₂ можна вважати випадковими.

За розведення гібридних гусей першого покоління „у собі” отримано добовий молодняк другої генерації (F₂): самці та самки 6 генотипів і відповідно 6 фенотипів. У зв'язку з неповним домінуванням алелей **Sd** і **Sp**, ретельний огляд забарвлення та малюнку пуху добових гусенят F₂ дав змогу за їх фенотипом встановити генотип кожної особини, вивчити характер розщеплення за двома менделюючими генами та відібрати для подальшої генетично-селекційної роботи потрібні аутосексні генотипи.

Таблиця 1 - Розщеплення забарвлення пухового покриву в добових гусенят F₂

Стать гусенят	Забарвлення пухового покриву добових гусенят	Розподіл фенотипів		Генотип
		фактичний	теоретичний	
Самці (n=512)	1) світло-сіре суцільне або жовте	63 (12,3 %)	64,0 (12,5 %)	<i>G/G Sd/Sd Sp/Sp C/C</i>
	2) світло-сіре суцільне (жовті кінчики крил)	124 (24,2 %)	128,0 (25,0 %)	<i>G/G Sd/Sd Sp/sp C/C</i>
	3) світло-сіре плямисте	71 (13,9 %)	64,0 (12,5 %)	<i>G/G Sd/Sd sp/sp C/C</i>
	4) сіре суцільне	58 (11,3 %)	64,0 (12,5 %)	<i>G/G Sd/sd Sp/Sp C/C</i>
	5) сіре суцільне (жовті кінчики крил)	126 (24,6 %)	128,0 (25,0 %)	<i>G/G Sd/sd Sp/sp C/C</i>
	6) сіре плямисте	70 (13,7 %)	64,0 (12,5 %)	<i>G/G Sd/sd sp/sp C/C</i>
$\chi^2=2,06$				
Самки (n=347)	1) сіре суцільне	45 (13,0 %)	43,4 (12,5 %)	<i>G/- Sd/- Sp/Sp C/C</i>
	2) сіре суцільне (жовті кінчики крил)	97 (28,0 %)	86,7 (25,0 %)	<i>G/- Sd/- Sp/sp C/C</i>
	3) сіре плямисте	38 (11,0 %)	43,4 (12,5 %)	<i>G/- Sd/- sp/sp C/C</i>
	4) темно-сіре суцільне	42 (12,1 %)	43,4 (12,5 %)	<i>G/- sd/- Sp/Sp C/C</i>
	5) темно-сіре суцільне (жовті кінчики крил)	86 (24,8 %)	86,7 (25,0 %)	<i>G/- sd/- Sp/sp C/C</i>
	6) темно-сіре плямисте	39 (11,2 %)	43,4 (12,5 %)	<i>G/- sd/- sp/sp C/C</i>
$\chi^2=2,45$				

Відбору підлягали добові самці F₂ з типовими цільовими фенотипами – світло-сірим суцільним або жовтим забарвленням пуху (*G/G Sd/Sd Sp/Sp C/C*) та з наближеним до типового фенотипом (світло-сірим суцільним з жовтими кінчиками крил - *G/G Sd/Sd Sp/sp C/C*).

Для племінних цілей відбирали і добових самочок F₂ з типовим фенотипом – сіре суцільне забарвлення пухового покриву (*G/- Sd/- Sp/Sp C/C*), а, також, з близьким до типового – сіре суцільне забарвлення пуху з жовтими кінчиками крил (*G/- Sd/- Sp/sp C/C*).

Теоретичним підґрунтям відбору молодняку з близьким до типового генотипом є наступні міркування. В гусівництві, у зв'язку з давно відпрацьованою технологією ведення галузі, на вирощування власного поголів'я птиці для заміни попередньої генерації прийнято відводити максимум дві

партії молодняку. В нашому випадку це була б занадто мала чисельність птиці за умови відбору лише особин з типовим фенотипом. Тому, для збільшення кількості гусей в групі відбору для схрещування з метою уникнення спорідненого спарювання та отримання якомога більшої чисельності птиці послідуочого покоління, нами було вирішено задіяти в генетико-селекційному процесі також птицю з максимально близьким до типового фенотипом забарвлення оперення – самців генотипу *G/G Sd/Sd Sp/sp C/C*, самок *G/- Sd/- Sp/sp C/C*, які відрізнялися від особин з типовим генотипом лише за алелями локусу *Sp*.

На рисунку 3 показано схему схрещування гібридних самців F₁ із самками великої сірої породи (другий варіант схрещування) та генетичні формули забарвлення оперення отриманого потомства F₂.

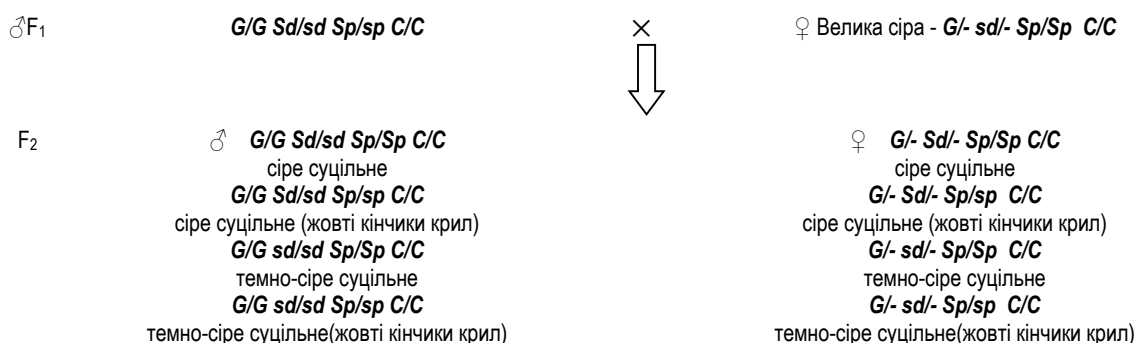


Рис. 3. Схема схрещування гібридних гусаків першого покоління

із самками великої сірої породи та генетичні формули забарвлення оперення нащадків другої генерації

За такого схрещування отримано по 4 генотипи і відповідно 4 фенотипи пухового покриву добового молодняку кожної статі. Серед самців і самок отримано добовий молодняк чотирьох фенотипів при практично однаковому співвід-

ношенні 1:1:1:1.

Для подальшої роботи від цього схрещування на вирощування відібрано лише добових самочок з типовим цільовим фенотипом – сіре суцільне забарвлення пухового

покриву ($G/- Sd/- Sp/Sp C/C$) та з близьким до типового фенотипом – сіре суцільне забарвлення пуху з жовтими кінчиками крил ($G/- Sd/- Sp/sp C/C$). Добові гібридні самці F_2 були вибракувані з подальшого племінного процесу і реалізовані населенню, оскільки від першого схрещування було отримано достатню кількість типових за фенотипом добових гусаків.

На вирощування передано 289 добових гусенят другої генерації з типовим та близьким до нього генотипами (фенотипами). Увесь відібраний молодняк F_2 ідентифікували індивідуальними мітками у крило для полегшення його відбору в дорослому віці при комплектуванні батьківського стада.

В статевозрілому віці відібрані гібридні самці F_2 мали біле суцільне забарвлення оперення, типові самки теж були білими, але відрізнялися від гусаків сірими маховими пір'їнами першого і другого порядку на крилах і окремими сірими плямами на спині.

Для отримання нащадків третього покоління (F_3) з широким спектром спадкової мінливості, як передумови ефективної селекції на підвищення генетичного потенціалу продуктивних та племінних ознак створюваної колорсексної птиці, сформовано складну батьківсько-материнську секцію (2 генотипи самців, 3 генотипи самок). До гібридних самців другої генерації (F_2) з типовим бажаним колорсексним фенотипом (1-ий генотип) та близьким до нього в добовому віці фенотипом (2-ий генотип) підібрано гібридних самок F_2 з типовим забарвленням оперення (1-ий генотип) і близьким до нього (2-ий генотип). Крім того, для успадкування потомками послідовних генерацій, наряду з бажаними генами меланогенезу, цінних породних спадкових якостей рейнських гусей (висока життєздатність, пристосованість до зони розведення, добра несучість та відтворні якості, здатність до відгодівлі на жирну печінку, гарна якість пухо-перової продукції), нами було вирішено залучити до генетико-селекційного процесу самок рейнської породи (3-й генотип) (рис. 4).

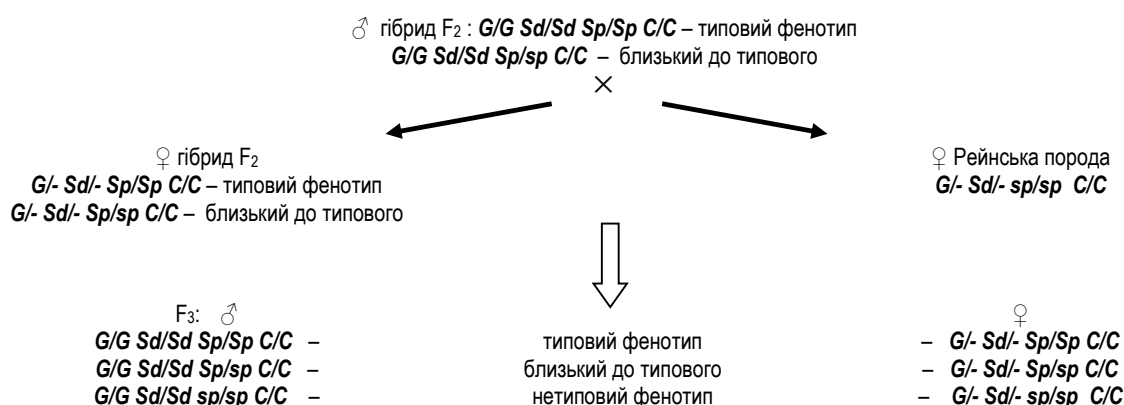


Рис. 4. Схема отримання та генотипи забарвлення оперення гібридних нащадків третього покоління (F_3)

Після такого циклічного залучення до селекційного процесу генетичного матеріалу порід-фундаторів, розведення гібридних гусей F_3 „у собі” (а в майбутньому покоління F_4 - F_n) сприятиме збереженню в генофонді створюваної популяції цінних генетичних задатків гусей великої сірої та рейнської білої порід, які були використані в селекційному процесі на різних етапах його проведення. Це сприятиме також збагаченню генопулу диморфних гусей різноякісним цінним спадковим матеріалом та формуванню нових селекційно-значимих рекомбінантних генотипів, як вихідної основи високого генетичного потенціалу продуктивних, адаптивних і племінних якостей новостворюваної птиці.

Тобто, вже на початкових етапах створення нової популяції колорсексних гусей вітчизняної селекції, диморфних за забарвленням пухового покриву добового молодняку та оперення дорослих особин, в генопулі цієї птиці закладаються бажані поєднання генних комплексів, котрі детермінують чіткі статеві фенотипові відмінності птиці на протязі всього онтогенезу. Паралельно з гомозиготизацією потрібних алелей меланогенезу, в популяції формується широка комбінаційна мінливість цінних генетичних задатків птиці різного генетичного походження та напрямку продуктивності для потенційного комбінованого прояву на високому рівні цілого ряду господарсько корисних ознак гусей у наступних поколіннях.

Складну батьківсько-материнську секцію сформовано з 60 самців гібридного поєднання другого покоління (F_2).

До них підібрано 120 самок F_2 та 55 самок рейнської білої породи. Гусок рейнської білої породи відбирали із батьківського стада з типовими для породи екстер'єрними ознаками.

Внаслідок схрещування птиці за розробленою складною схемою отримано гібридних гусенят третього покоління (F_3) 3-х генотипів і відповідно 3-х фенотипів забарвлення пухового покриву в розрізі кожної статі.

В результаті проведеного схрещування отримано 275 гібридних гусенят третьої генерації (F_3), з яких для подальшої роботи в межах кожної статі в добовому віці відібрано самців і самок F_3 лише з типовим (цільовим) колорсексним фенотипом: самці (генотип $G/G Sd/Sd Sp/Sp C/C$) мали світло-сіре суцільне забарвлення дорзальної поверхні тіла, самочки ($G/- Sd/- Sp/Sp C/C$) – сірий суцільний пух на спині й голові.

В молодому та статевозрілому віці самці мали чисто біле суцільне оперення, а самки відрізнялися від них сірими маховими пір'їнами першого та другого порядку на крилах і, як правило, наявністю кількох темних пір'їн на спині.

Отже, отримані потомки третьої генерації представляли собою новий тип гусей з гомогенною спадковістю, котра детермінує чіткий статевий диморфізм забарвлення пуху добового молодняку та оперення дорослих особин.

При розведенні гусей F_3 з типовим аутосексним генотипом „у собі” одержали нащадків послідовного четвертого покоління (F_4) (рис. 5), колорсексних за кольором пуху в добовому віці, а за кольором оперення – у дорослому, тобто

особин з чітко вираженим статевим диморфізмом.

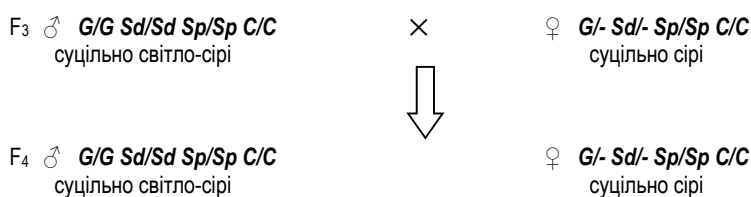


Рис. 5. Схема розведення гусей F₃ „у собі”

При розведенні гусей F₄ „у собі” нащадки наступного (F₅) покоління мали типовий аутосексний (колорсексний) генотип: в добовому віці гусачки мали світло-сіре суцільне забарвлення дорзальної поверхні тулуба, а гусочки – сіре суцільне забарвлення пухового покриву. Повністю оперений аутосексний молодняк вкритий білим пером, але самки, на відміну від самців, мали сірі махові пір’їни першого і другого порядку на крилах і, в ряді випадків, сірі плями на спині.

Отже, в основу кольорового сексування гусенят покладено стабільні статеві відмінності забарвлення їх пухового покриву, які виникають в результаті ефекту дози локалізованого в **Z**-хромосомі неповністю домінуючого гену блакитного розбавлення оперення **Sd**, який експресує на фоні гомозиготного аутосомного генотипу **Sp/Sp** (суцільне забарвлен-

ня пуху й оперення).

Висновки. Проведені дослідження показали ефективність розроблених методичних підходів виведення нової популяції диморфних гусей з бажаним набором маркерних генів, які дозволяють чітко ідентифікувати стать птиці за фенотипом в добовому й дорослому віці. Сформований в новоствореній популяції феномен диморфності (колорсексності) гусей дає можливість отримати практично 100,0 %-ву точність визначення статі птиці на різних етапах онтогенезу і, на відміну від традиційного японського методу визначення статі, істотно знижує ризик її травмування та перезараження інфекційними хворобами при комплектуванні батьківського стада.

Список використаної літератури:

1. Басовский Н. З., Буркат В. П., Власов В. И., Коваленко В. П. Крупномасштабная селекция в животноводстве. К.: Ассоциация „Украина”, 1994. 375 с.
2. Микитюк Д. М., Білоус О. В., Петров Ю. Є. Рекомендації по племінній роботі з птицею в різних типах племінних господарств. Київ, 2007. 96 с.
3. Варакина Р., Фузеева Н., Исаева Н. Медленнооперяющаяся линия яичных кур ВР2. *Птицеводство*. 2005. №11. С. 20-21.
4. Иванова Т. В., Коваленко Г. Т., Лютий Ю. С. Підбір родинних пар в популяції кольорового леггорну за типом забарвлення оперення і аутосексність їх нащадків. *Птахівництво*. 2004. Вип. 55. С. 56-61.
5. Бондаренко Ю. В. Генетические основы выведения и использование аутосексной птицы : автореф. дис. ... докт. биол. наук : 03.00.15 Борки, 1993. 40 с.
6. Хусейн Али О., Бондаренко Ю. В., Остапенко В. И. Сравнительная характеристика различных методов определения пола молодняка птицы. *Вісник СНАУ*. 2014. №2-2. С. 72-80.
7. Мальцев А., Чащина Г. Селекция мясных кур по гену медленной оперяем ости. *Птицеводство*. 2006. №6. С. 7-9.
8. Jerome F. N. Inheritance of plumage color in domestic geese. *XIV Congr. Mundial Aviculture: Comunicaciones cientificas*. T. II. Madrid, 1970. P. 73–76.
9. Lancaster F. M. Sex-linkage and autosexing in waterfowl. *Waterfowl*. 1978. P. 39-45.
10. Stasko J. K autosexingu u husi chovanych na Slovensky. *Hydinarstvo*. 1970. №9. S. 5-13.
11. Бакай А. В., Кочиш И. И., Скрипниченко Г. Г. Генетика. М.: КолосС, 2006. 448 с.

References:

1. Basovskij N. Z., Burkat V. P., Vlasov V. I., Kovalenko, V. P. Krupnomasshtabnaja selekcija v zhivotnovodstve. K.: Asociacija „Ukraina”, 1994. 375 p.
2. My`ky`tyuk D. M., Bilous O. V., Petrov Yu. Ye. Rekomendaciyi po pleminnij roboti z ptu`ceyu v rizny`x ty`pax pleminnj`x gospodarstv. Ky`yiv, 2007. 96 p.
3. Varakina R., Fuzeeva N., Isaeva, N. Medlennooperjajushhajasja linija jaichnyh kur VR2. *Pticevodstvo*. 2005. №11. pp. 20-21.
4. Ivanova T. V., Kovalenko G. T., Lyuty`j Yu. S. Pidbir rody`nny`x par v populyaciyi kol`orovogo leggornu za ty`pom zabarvlennya operennya i autoseksnist` yix nashhadkiv. *Ptaxivny`czstvo*. 2004. №55. pp. 56-61.
5. Bondarenko Ju. V. Geneticheskie osnovy vyvedenija i ispol'zovanie autoseksnoj pticy : avtoref. dis. ... dokt. biol. nauk : 03.00.15 Borki, 1993. 40 s.
6. Husejn Ali O., Bondarenko Ju. V., Ostapenko V. I. Sravnitel'naja harakteristika razlichnyh metodov opredelenija pola molodnjaka pticy. *Visnik SNAU*. 2014. №2-2. pp. 72-80.
7. Mal'cev A., Chashhina G. Selekcija mjasnyh kur po genu medlennoj operjaem osti. *Pticevodstvo*. 2006. №6. pp. 7-9.
8. Jerome F. N. Inheritance of plumage color in domestic geese. *XIV Congr. Mundial Aviculture: Comunicaciones cientificas*. 1970. T. II. pp. 73–76.

9. Lancaster F. M. Sex-linkage and autosexing in waterfowl. *Waterfowl*. 1978. pp. 39-45.
10. Stasko J. K autosexingu u husi chovanych na Slovensky. *Hydinarstvo*. 1970. Vol. 9. pp. 5-13.
11. Bakaj A. V., Kochish I. I., Skripnichenko G. G. *Genetika*. M.: KolosS, 2006. 448 p.

Khvostik Victor Pavlovich, Doctor of Agricultural Sciences, Institute of Animal Breeding and Genetics nd. a. M.V.Zubets of NAAS

Bondarenko Yuriy Vasyleevich, Doctor of Biological Sciences, Professor, Sumy National Agrarian University
Breeding and genetic approaches to the breeding of new genotypes of dymorphous geese

The breeding and use in industrial and farm goose breeding of geese that are autosex in color of plumage is of great national economic importance due to the reduction of costs for sorting poultry and preventing the transfer of infectious diseases. The developed selection and genetic approaches to the breeding of autosex geese with the desired set of gene markers make it possible to clearly identify the sex of a bird by phenotype at diurnal and adult age. Rhine white (paternal form) and Large gray (maternal form) geese of domestic selection were chosen as the original breeds. Due to the presence in the genotype of all hybrid goslings F₁ only one dose of incompletely dominant gene Sd, all young at the age of one day had a solid gray with yellow wing tips down color. In adulthood, F₁ geese had gray plumage with white first-order feathers, while females were white with dark gray second-order flight feathers on the wings and gray spots on the back. Adult F₂ hybrid males had a solid white plumage, the typical females were also white, but differed from geese by gray first- and second-order feathers on the wings and individual gray spots on the back. As a result of crossing the bird according to the developed complex scheme, hybrid goslings of the third generation (F₃) of 3 genotypes and, accordingly, 3 phenotypes of down color in the section of each sex were obtained. For further work within each sex at day age, males and females F₃ were selected only with a typical (target) colorsex phenotype: males (genotype G/G Sd/Sd Sp/Sp C/C) had a light gray solid color of the dorsal surface of the body, females (G/- Sd/- Sp/Sp C/C) - gray continuous down on a back and a head. At a young and mature age, males had white solid plumage, and females differed from them by gray flight feathers of the first and second order on the wings and, as a rule, the presence of several dark feathers on the back. In the breeding of F₃ geese with a typical autosex genotype "in themselves" received offspring of the next fourth generation (F₄), colorsex in the color of down in the day age, and in the color of plumage - in adults, ie individuals with pronounced sexual dimorphism. The phenomenon of dimorphism (colorsexuality) of geese formed in the newly created population makes it possible to obtain almost 100.0% accuracy in determining the sex of a bird at different stages of ontogenesis.

Key words: geese, genotype, phenotype, down color, plumage color, accuracy of sexing, dimorphism.

Дата надходження до редакції: 10.03.2021 р.