

Dziedziczenie różnych wariantów umaszczenia u psów rasy nowofundland w Polsce

Maciej Ziółkowski, Agnieszka Redlarska, Katarzyna Adamus-Fischer,
Joanna Kania-Gierdziewicz[#]

Uniwersytet Rolniczy w Krakowie, Wydział Hodowli i Biologii Zwierząt,
Katedra Genetyki i Metod Doskonalenia Zwierząt
al. Mickiewicza 24/28, 30-059 Kraków; [#]e-mail: rzkania@cyf-kr.edu.pl

Celem pracy było zaprezentowanie sposobu dziedziczenia różnych wariantów umaszczenia u psów rasy nowofundland, jak również szacunkowa ocena liczebności osobników o różnej barwie sierści. W 2017 roku w Polsce stwierdzono 656 psów rasy nowofundland, w tym 248 psów oraz 408 suk. Do szacunkowego stanu liczebności psów tej rasy wpisano również wszystkie odnotowane szczenięta, z podziałem na płęć i wariant umaszczenia. Opisano geny warunkujące barwę szaty psów, w tym dokładniej geny odpowiedzialne za umaszczenie u rasy nowofundland. Do umaszczeń uznawanych za prawidłowe dla nowofundlandów należą: czarne, czekoladowe oraz laciaste czarno-białe. Barwa czekoladowa laciata i jej rozjaśnienia, jak również błękitna nie są uznawane w hodowli tej rasy w Europie. Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono, że u polskich nowofundlandów przeważało umaszczenie czarne dominujące, które może w przypadku osobników heterozygotycznych nieść inne geny umaszczenia z pozostałych *loci* – również niepożądane. Następne pod względem liczebności było umaszczenie czekoladowe, a najmniej było osobników laciastych, przy czym w tej grupie było więcej samców niż samic, przeciwnie niż w dwóch poprzednich wariantach barwnych. Pojawiały się również nowofundlandy o nieprawidłowej barwie sierści (osobniki błękitne), pochodzące z kojarzenia dwóch prawidłowo umaszczonych rodziców. Zrozumienie sposobu dziedziczenia wariantów barwnych umaszczenia oraz konieczności wykonywania badań w kierunku określenia genotypu *loci* barwy sierści umożliwiłoby przewidzenie wystąpienia w następnych pokoleniach wadliwie umaszczonych psów, co jest kluczowe dla hodowców, których celem jest uzyskanie psów umaszczonych zgodnie ze wzorcem FCI.

SŁOWA KLUCZOWE: pies domowy / umaszczenie / dziedziczenie / rasa nowofundland

Rasa nowofundland powstała w Ameryce Północnej. Na temat jej pochodzenia istnieją dwie teorie. Według pierwszej, duże czarne psy na niedźwiedzie przywieźli Wikingowie na teren dzisiejszych rejonów Nowej Fundlandii. Psy te krzyżowały się z rodzimymi rasami, jednak u potomstwa zdecydowanie przeważała barwa czarna. Według drugiej teorii, nowofundlandy pierwotnie przywędrowały z Azji przez Alaskę i prezentowały typ mastifa tybetańskiego. Proces zmian i utrwalania się typu trwał przez około pięć stuleci. Umasz-

czenie łaciate w tej rasie zostało natomiast wprowadzone na początku XVIII wieku, wraz z przybyciem osadników angielskich na kontynent amerykański, którzy przywieźli ze sobą duże biało-czarne i biało-czekoladowe psy. Krzyżowały się one z czarnymi, masywnymi psami rodzimymi, dając początek dzisiejszym umaszczeniom łaciatym w tej rasie [5, 11].

Zgodnie z wzorcem zatwierdzonym przez FCI, do hodowli na terenie całej Europy, a więc również w Polsce, dopuszczane są psy o umaszczeniu czarnym, brązowym (czekoladowym) i biało-czarnym. Natomiast w Stanach Zjednoczonych Ameryki Północnej można również hodować osobniki o umaszczeniu błękitnym. Psy i suki dopuszczane do rozrodu muszą spełniać wymagania standardu rasy, w którym jedną z bardzo ważnych cech jest umaszczenie. Według wzorca FCI, obowiązującego również w Polsce, do hodowli mogą być zakwalifikowane osobniki o umaszczeniu czarnym, czekoladowym i biało-czarnym. Inne umaszczenie jest czynnikiem dyskwalifikującym zwierzę jako rozplodnika. Dotyczy to również zwierząt importowanych. Jednak hodowcy tej rasy importują psy reproduktory czy ich nasienie nie tylko z krajów europejskich, ale również z USA. W ostatnim czasie zaczęły pojawiać się w polskich hodowlach szczenięta o nieprawidłowym umaszczeniu, pochodzące z kojarzeń prawidłowo umaszczonych rodziców. Z tego względu celem pracy było opisanie dziedziczenia umaszczenia u psów rasy nowofundland oraz oszacowanie liczebności poszczególnych wariantów barwnych u tej rasy w Polsce, z uwzględnieniem wariantów barwnych nieuznawanych w hodowli.

Material i metody

W celu oszacowania liczebności psów rasy nowofundland stanowiących populację polską, którą przyjęto jako przykładową dla związków kynologicznych zrzeszonych w FCI, zebrano dane ze stron internetowych licencjonowanych hodowli tej rasy posiadających i wystawiających na wystawach osobniki polskiej hodowli, importowane, ale użytkowane i utrzymywane w Polsce, jak również szczenięta urodzone w Polsce w 2017 roku.

W zebranych danych uwzględniono płęć i umaszczenie rodziców oraz dodatkowo liczbę szczeniąt urodzonych w roku 2017, wraz z ich umaszczeniem. Umaszczenie osobników podzielono na kategorie:

- czarne (przy czym występowanie białej plamy na przedpiersiu nie wykluczało osobników z przynależności do tej kategorii),
- czekoladowe,
- łaciate,
- błękitne.

W badaniach uwzględniono barwę błękitną, która – mimo iż nie jest uznawana przez FCI – pojawiła się w wielu polskich hodowlach nowofundlandów. Osobniki o umaszczeniu podstawowym czarnym, ale posiadające białe plamy nie tylko na piersi, były brane pod uwagę jako osobna kategoria umaszczenia pod nazwą „łaciate”.

Dodatkowo, w celu uzupełnienia danych na temat liczebności poszczególnych wariantów barwnych (gdyby dane na stronach hodowli nie były pełne), skonstruowano ankietę z pytaniami o umaszczenie posiadanych w hodowli zwierząt, którą umieszczono na stronie internetowej popularnego wśród hodowców psów rasy nowofundland forum „NOWOFUNDLAND.PL”.

Ogółem przeanalizowano umaszczenie 656 psów, z czego na podstawie danych ze stron internetowych hodowli uzyskano informacje o umaszczeniu i płci 623 osobników, a na podstawie ankiet – 33 osobników. Zebrane dane przedstawiono w ujęciu liczbowym i procentowym, uwzględniając podział na płęć, wiek i rodzaj umaszczenia.

Wyniki i dyskusja

Na podstawie danych pozyskanych ze stron internetowych hodowli, dodatkowo uzupełnieniowych o wyniki ankiety, dokonano podsumowania liczebności psów rasy nowofundland z podziałem na płęć i umaszczenie. Wyniki przedstawiono w tabeli 1.

Tabela 1 – Table 1

Zestawienie szacunkowej liczebności psów rasy nowofundland w Polsce w 2017 roku, według płci i umaszczenia

Estimated number of Newfoundland dogs in Poland in 2017 year by sex and coat colour

Umaszczenie Coat colour	Psy Males	Suki Females	Razem Total
Czarne Black	167	318	485
Czekoladowe Chocolate	45	61	106
Łaciate Spotted	32	27	59
Błękitne Blue	4	2	6

W 2017 roku w Polsce stwierdzono 656 psów rasy nowofundland, w tym 248 psów, co stanowi 38% badanej populacji i 408 suk, to jest 62% populacji. W szacunkowej liczebności populacji psów rasy nowofundland, podanej w tabeli 1., uwzględniono również wszystkie szczenięta urodzone i zarejestrowane w 2017 roku.

Dominujące było umaszczenie czarne, które występowało u 74% populacji. Czarne psy stanowiły 25,5% populacji nowofundlandów, a czarne suki prawie połowę (48,5%) wszystkich odnotowanych osobników. Czekoladowe osobniki stanowiły 16,2% całości populacji, z czego psów było 6,9%, a suk 9,3%. Osobniki łaciate stanowiły 9% populacji, w tym 4,9% łaciatych psów i 4,1% łaciatych suk. Dodatkowo, cztery psy (0,6%) i dwie suki (0,3%) miały umaszczenie błękitne (nieuznawane), czyli w sumie 6 osobników (tab. 1), co stanowi niespełna 1% całej populacji (0,9%).

Główna Komisja Hodowlana przy Zarządzie Głównym ZKwP (Związek Kynologiczny w Polsce), która prowadzi statystyki ras publikowane w kwartalniku „Pies”, wykazała, że liczebność rasy nowofundland w 2016 roku wynosiła 606 osobników, w tym 225 szczeniąt [20], zatem w roku 2017 zanotowano wzrost liczebności badanej rasy o 50 osobników. W 2017 roku dorosłych samców rasy nowofundland było 128, a urodziło się 120 psów tej płci. W tym samym roku dorosłych suk było ponad dwukrotnie więcej niż samców, tj. 284,

zaś suczek urodzonych w tym roku było o połowę mniej – 141 sztuk. Procentowo dorosłe suki stanowiły 43,3% populacji rasy nowofundland, suki szczeniaki – 21,6%, dorosłe psy – 20%, a szczenięta płci męskiej – 18,3%. W tabeli 2. zestawiono badany materiał z podziałem ze względu na płęć i wiek oraz umaszczenie.

W 2017 roku wśród czarnych nowofundlandów było 13,6% dorosłych osobników płci męskiej i prawie 12% szczeniąt piesków. Dorosłych czarnych suk było 34,5% całości populacji, a w 2017 roku urodziło się tylko 14% czarnych suczek (tab. 2).

Wśród osobników o umaszczeniu czekoladowym prawie tyle samo było zwierząt dorosłych, jak i szczeniąt w obu płciach. Czekoladowych dorosłych psów było 3,5%, a szczeniąt piesków tej barwy – 3,4%. Natomiast czekoladowych dorosłych suk zanotowano 4,6%, a czekoladowych szczeniąt suczek – 4,7% (tab. 2).

W badanym materiale wystąpiło 2,1% dorosłych psów o umaszczeniu łaciatym i aż 2,7% łaciatych szczeniąt piesków. Łaciatych dorosłych suk było 5,9%, a szczeniąt płci żeńskiej w tym umaszczeniu tylko 2,7% (tab. 2).

Wśród osobników o umaszczeniu błękitnym przeważały zwierzęta dorosłe. Zanotowano dwa dorosłe psy (0,3%) o tym umaszczeniu i tyle samo szczeniąt piesków (0,3%). Były również dwie (0,3%) dorosłe błękitne suki (tab. 2).

Jak wynika z powyższych zestawień, barwa czarna była najczęściej spotykanym umaszczeniem w rasie nowofundland (tab. 1 i 2). Jest to umaszczenie, które pierwotnie pojawiło się w tej rasie. Osobniki czekoladowe u nowofundlandów pojawiają się rzadziej niż czarne (tab. 1 i 2), niemniej jest to barwa również uznana, a nabywcy chętnie kupują psy o takim umaszczeniu. W umaszczeniu czarnym i czekoladowym dopuszczalna jest niewielka biała plama na przedpiersiu i końcówkach łap. Przyjmuje się, że do tych miejsc na ciele psa, w trakcie ontogenezy, najpóźniej docierają komórki zawierające barwnik, czyli melanocyty. Zdarza się czasem, że wcale nie docierają one w te miejsca [5]. Z tego powodu, białe znaczenia nie są traktowane w rasie nowofundland jako wady umaszczenia ani jako łaciatość.

Tabela 2 – Table 2

Zestawienie szacunkowej liczebności psów rasy nowofundland w 2017 roku, według wieku, płci i umaszczenia

Estimated number of Newfoundland dogs in Poland in 2017 year by age, sex and coat colour

Umaszczenie Coat colour	Płeć i wiek zwierzęcia – Sex and age of animal			
	psy – males		suki – females	
	dorosłe adult	szczenięta pups	dorosłe adult	szczenięta pups
Czarne Black	89	78	226	92
Czekoladowe Chocolate	23	22	30	31
Łaciate Spotted	14	18	26	18
Błękitne Blue	2	2	2	0

Przy analizie genotypu warunkującego pożądane umaszczenie psa, geny tworzące genotyp umaszczenia można podzielić na dwie grupy. Pierwszą stanowią geny biorące pośredni udział w powstaniu danego umaszczenia, drugą zaś geny bezpośrednio odpowiedzialne za powstanie widocznej maści. U nowofundlandów genami z pierwszej grupy będą geny z *loci*: **C**, **A**, **E**, **G**, **H**, **I** oraz **M**. Natomiast genami wpływającymi bezpośrednio na wytworzenie umaszczenia w badanej rasie są geny z *loci*: **K**, **B**, **D** oraz **S**. Nieznany jest nadal wpływ genów z *loci* **T** i **R** na umaszczenie nowofundlandów.

W tabeli 3. podano możliwe genotypy i fenotypy psów rasy nowofundland z uwzględnieniem różnych umaszczeń, także tych, które nie są uznawane przez FCI. Nie uwzględniono natomiast w *locus S* zestawienia alleli dającego genotyp **s^Ps^P**, ponieważ nie spotyka się osobników skrajnie łaciatych (prawie białych). Podkreślono te układy genów w *loci B* i *D*, w których zwierzęta są nosicielami genów recesywnych.

Gen *TYR* w *locus C* odpowiedzialny jest za wytworzenie prekursora dla barwnika melaniny. Większość psów w tym *locus* to homozygoty dominujące i jedynie u kilku ras stwierdzono występujące mutacje. W tym *locus* występuje też u wielu gatunków zwierząt recesywny gen albinizmu, ale u psów go jak dotąd nie wykryto [16]. Ponieważ w badanej rasie nie występują osobniki skrajnie rozjaśnione (albinotyczne) należy przyjąć, iż w *locus C* wszystkie osobniki będą homozygotami dominującymi **CC**.

Tabela 3 – Table 3

Możliwe genotypy i fenotypy obserwowanych umaszczeń psów rasy nowofundland

Possible genotypes and phenotypes and observed coat colours in Newfoundland dogs

Genotyp Genotype	Fenotyp Phenotype	Uwagi Remarks
K^BK^B BB DD SS K^BK^B BB <u>Dd</u> SS K^BK^B <u>Bb</u> DD SS K^BK^B <u>Bb</u> <u>Dd</u> SS	czarny – black	umaszczenie hodowlane, można kojarzyć z osobnikami czarnymi i łaciatymi coat colour accepted for breeding, could be mated with black and black spotted animals
K^BK^B bb DD SS K^BK^B bb <u>Dd</u> SS	czekoladowy – chocolate	umaszczenie hodowlane, można kojarzyć z czarnymi osobnikami coat colour accepted for breeding, could be mated with black animals
K^BK^B BB <i>dd</i> SS K^BK^B <u>Bb</u> <i>dd</i> SS	śląkityny – blue	umaszczenie nieuznawane w hodowli coat colour not accepted for breeding
K^BK^B BB DD S^{s^P} K^BK^B BB <u>Dd</u> S^{s^P} K^BK^B <u>Bb</u> DD S^{s^P} K^BK^B <u>Bb</u> <u>Dd</u> S^{s^P}	czarny łaciaty – black spotted	umaszczenie hodowlane, można kojarzyć z czarnymi osobnikami coat colour accepted for breeding, could be mated with black animals
K^BK^B bb <i>dd</i> SS K^BK^B bb <i>dd</i> S^{s^P} K^BK^B bb <u>Dd</u> S^{s^P}	kremowy – cream kremowy łaciaty – cream spotted czekoladowy łaciaty – chocolate spotted	
K^BK^B bb DD S^{s^P}	czekoladowy łaciaty – chocolate spotted	umaszczenia nieuznawane w hodowli coat colours not accepted for breeding
K^BK^B BB <i>dd</i> S^{s^P} K^BK^B <u>Bb</u> <i>dd</i> S^{s^P}	śląkityny łaciaty – blue spotted śląkityny łaciaty – blue spotted	

Za syntezę i rozmieszczenie dwóch barwników, czarnej eumelaniny i żółto-czerwonej feomelaniny, odpowiedzialny jest gen *ASIP* zlokalizowany w *locus A*. Strefowe rozmieszczenie obu barwników, zarówno we włosach, jak i w skórze jest warunkowane szeregiem alleli wielokrotnych $A^y > a^m > a^t > a$ [10, 18]. Bez wykonania testu genetycznego nie można jednoznacznie odpowiedzieć na pytanie, jakie będą u nowofundlanda allele w *locus A*. Możliwość ich zadziałania związana jest z *locus K*, w którym nowofundlandy są homozygotami dominującymi $K^B K^B$, zatem ujawnia się u nich działanie epistatyczne tego układu genów w stosunku do *locus A*, uniemożliwiające im działanie.

Genem odpowiedzialnym za powstanie podstawowego umaszczenia u psów rasy nowofundland jest gen *CBD103* z *locus K*. W *locus* tym występuje szereg alleli wielokrotnych: $K^B > k^{br} > k^y$ [9]. Gen K^B warunkuje powstanie barwy czarnej dominującej we współdziałaniu z genami z *locus E*, a jest epistatyczny do genów z *locus A*. W tym *locus* występuje gen k^{br} warunkujący pręgowanie u psów, który jest epistatyczny do genu A^y [15, 18]. Obserwacje eksterieru wskazują, że czarne psy badanej rasy będą, jak wcześniej wspomniano, homozygotami dominującymi $K^B K^B$. Należy też stwierdzić, że w badanej rasie nie ma psów o umaszczeniu pręgowanym (wpływ genu k^{br}), ani żadnym innym warunkowanym genami z *locus A*, które ujawniłyby się przy braku genu K^B (obserwacja własna, rozmowa z hodowcami). Jeżeli pojawiałyby się osobniki o umaszczeniu żółtym w tej rasie, to mogłyby to świadczyć o obecności w rasie allelu k^y . Na przykład po dwóch osobnikach czarnych, będących heterozygotami $K^B k^{br}$ lub $K^B k^y$ mogłyby się urodzić pręgowane lub żółte szczenięta. Dodatkowo należy uwzględnić, że *locus K* jest epistatyczne do *locus A*, a więc w potencjalnym układzie homozygotycznym $k^y k^y$ szczenięta mogłyby mieć również inne umaszczenia warunkowane genami z *locus A*, a mianowicie dzięki (wilcze), czarne podpalane czy czarne recesywne. Umaszczenia takie jednak nie pojawiają się w badanej rasie, co potwierdza założenie, że nowofundlandy są homozygotami dominującymi $K^B K^B$.

Kolejny gen odpowiedzialny za umaszczenie nowofundlandów to gen *MC1R* z *locus E*, w którym występuje również szereg alleli wielokrotnych warunkujących produkcję czarnego (eumelaniny) i żółto-czerwonego barwnika (feomelaniny). Współdziałanie wspomnianych genów z *locus A* i *B* przyczynia się do powstania melanistycznej maski oraz innych rodzajów masek u różnych ras psów. U homozygoty recesywnej ee żółto-czerwony barwnik (feomelanina) wyępuje we włosach, natomiast w skórze jest cały czas produkowana czarna eumelanina [15, 18]. W *locus E* nowofundlandy wydają się być homozygotami dominującymi EE (nie ma badań genetycznych). Nie posiadają alleli E^M , odpowiadających za występowanie melanistycznej maski. Ich umaszczenie nie jest również rozjaśnione przez układ alleli ee , przy czarnym nosie i błonach śluzowych.

Kolejnym genem wpływającym na umaszczenie nowofundlandów jest gen z *locus B*. Nowofundlandy o umaszczeniu czarnym mogą być tutaj homozygotami dominującymi BB lub heterozygotami Bb . Mogą też być homozygotami recesywnymi bb , a fenotypowo będą miały umaszczenie brązowe (czekoladowe), w którym również nos i śluzówki będą brązowe. Opisano występowanie w tym *locus* czterech alleli: B , b^s , b^c i b^d . Wiadomo, że allele b^s , b^d i b^c warunkują w układzie homozygotycznym takie samo umaszczenie czekoladowe, fenotypowo nie do odróżnienia. W różnych rasach występują różne ich połączenia [13, 15, 18]. Nie wiadomo, które z nich występują u nowofundlandów.

Następna grupa to geny odpowiedzialne za rozjaśnienia podstawowego umaszczenia. Pierwszym z nich jest gen *MLPH* z *locus D*, który u homozygoty recesywnej rozjaśnia eumelaninę i feomelaninę we włosach i w skórze, dając z czarnego umaszczenie szare (niebieskie), a z brunatnego – kremowe [1, 4, 14, 19]. Psy badanej rasy w *locus D*, podobnie jak w *locus B*, mogą być homozygotami dominującymi **DD** lub heterozygotami **Dd**. O ich fenotypie będą wtedy decydowały allele z *loci K* oraz *B*, czyli będą to osobniki czarne lub brązowe. Jeżeli w *locus D* nowofundland będzie homozygotą recesywną **dd**, to będzie miał rozjaśnioną sierść do barwy szarej (niebieskiej/błękitnej). Również oczy, nos i śluzówki będą rozjaśnione do koloru szarego (niebieskiego). Takie umaszczenie, pomimo że nie jest uznawane w hodowli, może pojawić się po skojarzeniu dwóch osobników czarnych, które są heterozygotami **Dd**. Wówczas po dwóch prawidłowo umaszczonych osobnikach rodzą się szczenięta błękitne, wadliwie umaszczone (tab. 3).

W grupie genów warunkujących umaszczenie plamiste jest gen *SILV* z *locus M*, powodujący umaszczenie marmurkowane (ang. *merle*), który działa jedynie w miejscu występowania ciemnej eumelaniny. Gen marmurkowatości w układzie homozygotycznym (**MM**) jest letalny, zaś osobniki heterozygotyczne (**Mm**), choć przeżywają, cierpią na schorzenia oczu, które są również efektem działania tego genu. Umaszczenie marmurkowane jest charakterystyczne tylko dla kilku ras psów pasterskich, a bardzo rzadkie u innych ras [3, 6]. Inny gen, *PSMB7* z *locus H*, który jako dominujący występuje jedynie u dogów niemieckich tzw. arlekinów, współdziała z *locus M*, rozjaśniając poszarzone tło marmurkowatości do białego [2]. W *locus H* nowofundlandy są również homozygotami recesywnymi **hh**, ponieważ allel dominujący **H** występuje jedynie u psów rasy dog niemiecki. W rasie tej nie obserwuje się również marmurkowatości, więc w *locus M* nowofundlandy będą homozygotami recesywnymi **mm**.

W *locus G* występuje niepełna dominacja, a osobniki heterozygotyczne siwieją później niż homozygoty dominujące, natomiast osobniki recesywne pozostają intensywnej barwy [15]. W *locus* tym nowofundlandy są homozygotami recesywnymi **gg**, ponieważ nie obserwuje się w tej rasie progresywnego siwienia. W kolejnym, hipotetycznym *locus I* mogą być homozygotami recesywnymi **ii**, a barwa kremowa jest prawdopodobnie spowodowana działaniem genu z *locus D*.

Ostatnim genem wpływającym na umaszczenie psów rasy nowofundland jest gen *MITF1* z *locus* łaciatości **S**. Uważano, że w tym *locus* jest szereg alleli wielokrotnych: **S**, **sⁱ**, **s^p**, **s^w** [12, 15, 17]. Ciągłe trwają badania nad tym *locus*, ale potwierdzono występowanie tylko dwóch alleli z szeregu, mianowicie **S** i **s^p** [7, 8]. Występuje w tym *locus* niepełna dominacja, powodująca, że homozygoty dominujące **SS** będą pozbawione plam, zaś heterozygoty **Ss^p** będą przejawiały pośrednią formę łaciatości. Nie poznano genów odpowiedzialnych za rozkład plam. Osobniki homozygotyczne recesywne **s^ps^p** będą skrajnie łaciate (prawie białe). Takie umaszczenie nie występuje w Polsce wśród nowofundlandów i nie było brane pod uwagę w niniejszych badaniach. Nie wiadomo, jakie geny decydują o rozmieszczeniu białych plam, być może są to geny modyfikatory [5]. U psów rasy nowofundland występują białe plamy na kufie, biała strzałka na głowie, białe przedpiersie, białe końcówki łap i biała końcówka ogona. Jest to tzw. umaszczenie typu irlandzkiego. Białych plam może być na ciele więcej, ale istotnym jest, aby pozostało czarne siodło na grzbiecie i czarna głowa.

Są jeszcze dwa kolejne hipotetyczne geny w loci **T** i **R**, które mogą modyfikować w niewielkim stopniu umaszczenie czarno-białe. Układ alleli **TT** powoduje wystąpienie kropek na tle białych plam, fenotypowo będzie się więc objawiał tylko u osobników czarno-białych. W *locus* tym występuje niepełna dominacja i najprawdopodobniej nowofundlandy są w nim heterozygotyczne **Tt**, ponieważ kropki – nazywane też cętkami, występują w małej ilości, najczęściej na kufie i przednich łapach. Psy łaciate o czystych, białych łatach są być może homozygotami recesywnymi **tt**. Ostatni, hipotetyczny gen jest zlokalizowany w *locus* **R**, a w układzie heterozygotycznym lub homozygotycznym dominującym odpowiada za dereszowatość, przy czym występuje tu niepełna dominacja alleliczna, ponieważ obserwuje się różne nasilenie tej cechy. Dereszowatość przejawia się jako przemieszanie włosów umaszczenia podstawowego z białymi i występuje tylko w miejscu białych plam. Dlatego o dereszowatości czy też ekspresji genu dereszowatości widocznego w fenotypie można mówić jedynie u osobników czarno-białych. W rasie nowofundland rodzą się również osobniki o innych, nieuznawanych umaszczeniach. Zostały one przedstawione w tabeli 4., nie będą jednak szerzej omawiane, ponieważ nie występują obecnie w populacji polskich nowofundlandów.

W tabeli 4. podano różne warianty możliwych kojarzeń u nowofundlandów oraz efekty w postaci szczeniąt o różnym umaszczeniu uznawanym w hodowli.

W tabeli 4. opisany został przypadek kojarzenia dwóch łaciatych nowofundlandów, w którym mogą się pojawić szczenięta skrajnie łaciate, z dużą ilością białych łat (kojarzenie nr 6). Nie zaobserwowano wielu takich psów i szczeniąt w hodowli, co być może jest spowodowane tym, że hodowcy rzadko kojarzą ze sobą dwa osobniki łaciate, ponieważ uważają, iż są one jednocześnie słabsze anatomicznie, mają lżejszy kościec oraz gorszą w gatunku sierść (obserwacja własna, rozmowa z hodowcami). Co więcej, po dwóch osobnikach czarnych mogą się urodzić szczenięta czekoladowe, gdy oboje rodzice są heterozygotami **Bb** w *locus* **B** (kojarzenie nr 3). Jeżeli jedno z rodziców będzie dodatkowo nosicielem genu łaciatości, to może urodzić się szczenię czekoladowe łaciate, które również nie będzie dopuszczone do hodowli ze względu na maść. Taka sama sytuacja może mieć miejsce, gdy po dwóch czarnych osobnikach rodzą się szczenięta błękitne, gdy oboje rodzice są heterozygotami w *locus* **D**. Taki przypadek nie został uwzględniony w tabeli 4., ponieważ umaszczenie błękitne nie jest umaszczeniem dopuszczonym do hodowli. Było ono jednak brane pod uwagę w szacowaniu liczebności, ponieważ w Polsce rodzą się już takie szczenięta (informacja własna i z ankiety). Można przypuszczać, że będzie ich coraz więcej, ponieważ maść ta jest dopuszczona do hodowli w USA i co za tym idzie, allele recesywne **d** będą występowały w populacji nowofundlandów. Psy tej rasy są sprowadzane do Polski m.in. z USA, coraz częściej jest też importowane nasienie do inseminacji (również z USA), co może być przyczyną rosnącej frekwencji umaszczenia błękitnego w Polsce.

Nie do końca pożądanym umaszczeniem jest również dereszowatość (allel **R**) oraz występowanie cętkowania (allel **T**). Czarne cętki na białym tle pojawiają się najczęściej na białym znaczeniu kufy oraz na łapach. Dereszowatość natomiast występuje najczęściej w okolicach brzożnych łat, daje obraz jakby nieczystego połączenia umaszczenia zasadniczego z białą plamą. Dereszowatość oraz występowanie cętkowania może pojawić się również w innych rejonach ciała, ale nie będzie się ujawniała na czarnej sierści. Hodowcy dążą do eliminowania dominującej postaci tych alleli.

Tabela 4 – Table 4

Wyniki kojarzeń z uwzględnieniem różnego umaszczenia rodziców w obrębie dopuszczonych do hodowli umaszczeń u nowofundlandów

Results of mating of parents with different coat colours accepted for breeding in Newfoundland dogs

Lp. No	Genotyp ojca Genotype of sire	Genotyp matki Genotype of dam	Możliwe genotypy i fenotypy potomstwa Possible genotypes and phenotypes of progeny
1.	K^BK^BBBSS (czarne – black)	K^BK^BBBSS (czarne – black)	K^BK^BBBSS (czarne – black)
2.	K^BK^BBBSS (czarne – black)	K^BK^BBbSS (czarne – black)	K^BK^BBBSS (czarne – black) K^BK^BBbSS (czarne – black)
3.	K^BK^BBbSS (czarne – black)	K^BK^BBbSS (czarne – black)	K^BK^BBBSS (czarne – black) K^BK^BBbSS (czarne – black) K^BK^BBbSS (czarne – black) K^BK^BbbSS (czekoladowe – chocolate)
4.	K^BK^BBBSS (czarne – black)	K^BK^BBBSS^p (czarne łaciate – black spotted)	K^BK^BBBSS (czarne – black) K^BK^BBBSS^p (czarne łaciate – black spotted)
5.	K^BK^BBBSS (czarne – black)	K^BK^BBbSS^p (czarne łaciate – black spotted)	K^BK^BBBSS (czarne – black) K^BK^BBbSS (czarne – black) K^BK^BBbSS^p (czarne łaciate – black spotted) K^BK^BBBSS^p (czarne łaciate – black spotted)
6.	K^BK^BBBSS^p (czarne łaciate – black spotted)	K^BK^BBBSS^p (czarne łaciate – black spotted)	K^BK^BBBSS (czarne – black) K^BK^BBBSS^p (czarne łaciate – black spotted) K^BK^BBBSS^p (czarne łaciate – black spotted) K^BK^BBBSS^ps^p (czarne skrajnie łaciate – black extremely white)
7.	K^BK^BBBSS (czarne – black)	K^BK^BbbSS (czekoladowe – chocolate)	K^BK^BBbSS (czarne – black)
8.	K^BK^BbbSS (czekoladowe – chocolate)	K^BK^BbbSS (czekoladowe – chocolate)	K^BK^BbbSS (czekoladowe – chocolate)

W badanej rasie mogą również wystąpić inne, nieuznawane barwy. Pojawiają się one po kojarzeniu ze sobą psów o prawidłowym umaszczeniu, ale będących heterozygotami pod względem pewnych genów. W tabeli 5. podano przykładowe kojarzenia, z których mogą powstać m.in. nieuznawane maści u nowofundlandów.

Podsumowując należy stwierdzić, że w 2017 roku szacunkowa liczebność psów rasy nowofundland w Polsce wynosiła 656 osobników, w tym 261 szceniąt, co jest tendencją wzrostową o 50 osobników w stosunku do roku poprzedniego. W badanej grupie najczęściej było psów o umaszczeniu czarnym (485 sztuk), ponieważ barwa ta jest najbardziej rozpoznawalna dla rasy, bardzo popularna i dobra pokrojowo. W Polsce w tym wariacie barwnym aż 66% stanowiły suki. Drugim pod względem liczebności wariantem była maść czekoladowa (106 sztuk). Można zaobserwować tendencję wzrostową występowania tego umaszczenia u nowofundlandów, ponieważ zdaniem hodowców i potencjalnych nabywców psy o tej barwie prezentują się imponująco. Umaszczenie łaciate było najmniej liczne wśród umaszczeń dopuszczonych do hodowli w badanej rasie (59 sztuk). Jak już wspomniano, psy w takim umaszczeniu mają lżejszy kościec (obserwacja własna) i są najmniej

Tabela 5 – Table 5

Nieprawidłowo umaszczone osobniki powstające z kojarzeń prawidłowo ubarwionych rodziców (przedstawiono tylko genotypy nieprawidłowo umaszczonych szczeniąt)

Incorrectly coloured offspring from mating of two dogs acceptable for breeding (only genotypes of incorrectly coloured puppies are shown here)

Lp. No	Genotyp ojca Genotype of sire	Genotyp matki Genotype of dam	Możliwe genotypy i fenotypy potomstwa Possible genotypes and phenotypes of progeny
1.	K^BK^BBbDdSS (czarne – black)	K^BK^BBbDdSS (czarne – black)	K^BK^BbbddSS (kremowe – cream) K^BK^BBBddSS (błękitne – blue)
2.	K^BK^BBbDdSS (czarne – black)	K^BK^BBbDdSs^p (czarne łaciate – black spotted)	K^BK^BbbddSs^p (kremowe łaciate – cream spotted) K^BK^BBBddSs^p (błękitne łaciate – blue spotted)
3.	K^BK^BBbDDSS (czarne – black)	K^BK^BBbDDSs^p (czarne łaciate – black spotted)	K^BK^BbbDDSS^p (czekoladowe łaciate – chocolate spotted)
4.	K^BK^BBBdDSS (czarne – black)	K^BK^BBBdDSS^p (czarne łaciate – black spotted)	K^BK^BBBddSS (błękitne – blue) K^BK^BBBddSs^p (błękitne łaciate – blue spotted)
5.	K^BK^BBBdDSS (czarne – black)	K^BK^BBBdDSS (czarne – black)	K^BK^BBBddSS (błękitne – blue)
6.	K^BK^BbbDdSS (czekoladowe – chocolate)	K^BK^BbbSS (czekoladowe – chocolate)	K^BK^BbbddSS (kremowe – cream)

chętnie wybierane do dalszej hodowli. W celu zwiększenia różnorodności w obrębie rasy nowofundland sprowadzane są psy z zagranicy (w tym z USA), co skutkuje pojawianiem się w Polsce coraz większej liczby osobników o umaszczeniu błękitnym, które nie jest akceptowane w Europie, natomiast jest dopuszczone w USA.

W przyszłości interesującym i ważnym wydaje się być monitorowanie zmian liczebności psów rasy nowofundland w Polsce, a szczególnie frekwencji poszczególnych odmian barwnych uznanych w hodowli, jak również pojawiania się w tej rasie osobników o niepożądanym umaszczeniu. Ważnym aspektem byłoby również edukowanie hodowców psów rasy nowofundland w zakresie dziedziczenia umaszczenia ich psów oraz konieczności wykonywania testów na umaszczenie u tych osobników, które planują nabyć lub których nasienie chcą sprowadzić, szczególnie jeżeli dotyczy to reproduktorów pochodzenia amerykańskiego.

PIŚMIENNICTWO

1. BAUER A., KEHL A., JAGANNATHAN V., LEEB T., 2017 – A novel MLPH variant in dogs with coat colour dilution. *Animal Genetics* 49, 94-97.
2. CLARK L.A., TSAI K.L., STARR A.N., NOWEND K.L., MURPHY K.E., 2011 – A missense mutation in the 20S proteasome $\beta 2$ subunit of Great Danes having harlequin coat patterning. *Genomics* 97, 244-248.
3. CLARK L.A., WAHL J.M., REES CH.A., MURPHY K.E., 2006 – Retrotransposon insertion in SILV is responsible for merle patterning of the domestic dog. *PNAS* 103 (5), 1376-1381.

4. DRÖGEMÜLLER C., PHILIPP U., HAASE B., GÜNZEL-APEL A.-R., LEEB T., 2007 – A noncoding melanophilin gene (MLPH) SNP at the splice donor of exon 1 represents a candidate causal mutation for coat color dilution in dogs. *Journal of Heredity* 98 (5), 468-473.
5. FISZDON K., REDLICKI, M., 2014 – Podręcznik kynologa. Wyd. Związek Kynologiczny w Polsce Oddział w Lublinie.
6. HÉDAN B., CORRE S., HITTLE CH., DRÉANO S., VILBOUX TH., DERRIEN T., DENIS B., GALIBERT F., GALIBERT M., ANDRÉ C., 2006 – Coat colour in dogs: identification of the Merle locus in the Australian shepherd breed. *BMC Veterinary Research* 2 (9) (doi:10.1186/1746-6148-2-9).
7. KAELIN C.B., BARSH G.S., KAELIN C.B., 2012 – Molecular Genetics of Coat Colour, Texture and Length in the Dog. w: Ruvinsky, Ostrander. The Genetics of the dog. 2nd edition. Cabi International, 57-86.
8. KARLSSON E.K., BARANOWSKA I., WADE C.M., SALOMON HILBERTZ N.H., ZODY M.C., ANDERSON N., BIAGI T.M., PATTERSON N., PIELBERG G.R., KULBOKAS E.J., COMSTOCK K.E., KELLER E.T., MESIROV J.P., VON EULER H., KÄMPE O., HEDHAMMAR Å., LANDER E.S., ANDERSON G., ANDERSON L., LINDBLATH-TOH K., 2007 – Efficient mapping of mendelian traits in dogs through genome-wide association. *Nature Genetics* 39 (11), 1321-1328.
9. KERNS J.A., CARGILL E.J., CLARK L.A., CANDILLE S.I., BERRYERE T.G., OLIVER M., LUST G., TODHUNTER R.J., SCHMUTZ S.M., MURPHY K.E., BARSH G.S., 2007 – Linkage and segregation analysis of black and brindle coat color in domestic dogs. *Genetics* 176, 1679-1689.
10. KERNS J.A., NEWTON J., BERRYERE T.G., RUBIN E.M., CHENG J.-F., SCHMUTZ S.M., BARSH G.S., 2004 – Characterization of the dog Agouti gene and nonagouti mutation in German Shepherd dogs. *Mammalian Genome* 15, 798-808.
11. KRÄMER E.M., 2011 – Rasy psów. Oficyna Wydawnicza Mulitco, Warszawa.
12. LEEGWATER P.A., VAN HAGEN M.A., VAN OOST B.A., 2007 – Localization of White Spotting Locus in Boxer Dogs on CFA20 by Genome-Wide Linkage Analysis with 1500 SNPs. *Journal of Heredity* 98 (5), 549-552.
13. LETKO A., DRÖGEMÜLLER C., 2017 – Two brown coat colour-associated TYRP1 variants (bc i bd) occur in Leonberger dogs. *Animal Genetics* 48, 720-736.
14. PHILIPP U., QUIGNON P., SCOTT A., ANDRÉ C., BREEN M., LEEB T., 2005 – Chromosomal assignment of the canine melanophilin gene (MLPH): a candidate gene for coat color dilution in Pinchers. *Journal of Heredity* 96 (7), 774-776.
15. SCHMUTZ S.M., BERRYERE T.G., 2007 – Genes affecting coat colour and pattern in domestic dogs: a review. *Animal Genetics* 38, 539-549.
16. SCHMUTZ S.M., BERRYERE T.G., 2007 – The genetics of Cream coat color in dogs. *Journal of Heredity* 98 (5), 544-548.
17. SCHMUTZ S.M., BERRYERE T.G., DREGER D.L., 2009 – MITF and white spotting in dogs: a population study. *Journal of Heredity* 100 (Supl. 1), S66-S74.
18. VANBUTSELE J.M., 2015 – Illustrated coat colour inheritance. About the varieties of the Belgian Shepherd Dog (<http://bsca.info/wpcontent/uploads/2015/03/2015Coat-colour-inheritance.pdf>).

19. WELLE M., PHILIPP U., RÜFENACHT S., ROOSJE P., SCHARFENSTEIN M., SCHÜTZ E., BREINIG B., LINEK M., MECKLENBURG L., GREIST P., DRÖGEMÜLLER B., HAASE B., LEEB T., DRÖGEMÜLLER C., 2009 – MLPH genotype – melanin phenotype correlation in dilute dogs. *Journal of Heredity* 100 (Supl. 1), S75-S79.
20. ZWIĄZEK KYNOLÓGICZNY W POLSCE, 2017 – Statystyka Głównej Komisji Hodowlanej ZKwP. *Pies* 1, 46.

Maciej Ziółkowski, Agnieszka Redlarska,
Katarzyna Adamus-Fischer, Joanna Kania-Gierdziewicz

Inheritance of different coat colours in Newfoundland dogs in Poland

Summary

The aim of the study was to present the manner in which coat colour genes are inherited in the Newfoundland dog breed and to estimate the number of dogs with various coat colours in the Polish Newfoundland dog population in 2017. This population numbered 656 dogs, including 248 males and 408 females. The estimated number of dogs of this breed also included all registered puppies, broken down by gender and coat colour. The genes determining coat colour are described, including more precisely the genes responsible for the coat colour of the Newfoundland breed. According to FCI regulations, the coat colours for Newfoundland dogs are black, brown and black-and-white. Other colours, such as brown-and-white or blue, are not recognized for breeding purposes in Europe. The study found that the dominant black coat was predominant in the Polish Newfoundland dog population in 2017. These dogs could be heterozygous at some other loci and have undesirable alleles. The second most common coat colour was chocolate, while the fewest dogs had spotted coats. The group with spotted coats contained more males than females, in contrast to the other two colour variants. There were also individuals with the blue coat colour, which is not accepted for breeding, as the result of mating of parents with proper coat colours. An understanding of how dog coat colours are inherited and the need for tests to determine coat colour genotypes would make it possible to foresee the occurrence of incorrect colours in subsequent generations, which is crucial for Newfoundland dog breeders, whose goal is to obtain dogs whose coat colour is in line with the FCI standard.

KEY WORDS: dog / inheritance / coat colour / Newfoundland dog