

ІМУНОГЕНЕТИЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ЛІНІЙ АСКАНІЙСЬКОГО ТИПУ УКРАЇНСЬКОЇ М'ЯСНОЇ ПОРОДИ СВИНЕЙ

К. В. Скрепець
skrepets@gmail.com

Інститут тваринництва степових районів імені М.Ф. Іванова
«Асканія-Нова» – Національний науковий селекційно-генетичний
центр з вівчарства
вул. Соборна, 1, смт Асканія-Нова, Чаплинський р-н,
Херсонська обл., 75230, Україна

Викладено результати досліджень особливостей та рівня генетичної диференціації п'яти ліній свиней асканійського типу української м'ясної породи племзаводу "Асканія-Нова". Вивчено імуногенетичну внутрішньопорідну диференціацію за антигенами "закритих" систем груп крові EAB, EAE, EAF, EAG, EAL та поліморфними локусами білків сироватки крові T_f та Am. Найбільшу кількість генотипів - 30 (з 36 теоретично можливих у нашому випадку) за дослідженими генетичними системами було виявлено у свиней лінії Ціаніта, найнижчий показник притаманний двом лініям - Цоколя та Цикла (по 23 генотипи), що можливо пояснюється незначною кількістю наявних тварин. Визначено вірогідні відмінності ($P < 0,001-0,05$) за розподілом генотипів та концентрацією відповідних алелів.

При дослідженні поліморфної системи EAE у свиней лінії Цоколя визначено 8 генотипів, Ціаніта – 13, Цикорія – 10, Цимуса – 9 та Цикла – 7 типів, за всіма п'ятьма лініями найбільш розповсюдженими виявились гомозиготи E^{bdg}/E^{bdg} та гетерозиготи E^{bdg}/E^{edf} , частка інших генотипів цієї складної генетичної системи становить лише від 28,4 до 47,2 %.

За поліморфною білковою системою T_f гомозиготу T_f^A/T_f^A ідентифіковано лише у лініях Ціаніта, Цимуса та Цикла, за іншими генотипами суттєвих відмінностей не виявлено.

За ферментним локусом Am генотип Am^1/Am^1 виявлено лише у свиней двох ліній Цоколя та Цикла.

Визначено, що для становлення та спрямованої підтримки внутрішньопорідної генеалогічної структури, яка створюється на основі розведення за лініями, ефективним методом контролю може бути моніторинг за кодомінантними алелями генетичних

систем груп крові та поліморфних локусів білків крові.

Ключові слова: свині, генотип, групи крові, алель, параметри генофонду, лінії.

IMMUNOGENETIC FEATURES of the LINES ASKANIAN TYPE of UKRAINIAN MEAT BREED of PIGS

K. V. Skrepets
skrepets@gmail.com

Ascania Nova Institute of Animal Breeding in the Steppe Regions
named after M. F. Ivanov - National Scientific Selection-Genetics
Center for Sheep Breeding
1, Soborna Street, Askania Nova, Chaplynka district, Kherson region,
75230, Ukraine

The results of researches the features and level of genetic differentiation of five lines Askanian type of the Ukrainian meat breed of pigs at "Askania Nova" breeding farm are presented in this article. It was studied the immunogenetic intra-breed differentiation of antigens "closed" blood group systems EAB, EAE, EAF, EAG, EAL and polymorphic loci protein of blood serum Tf and Am. The largest number of genotypes - 30 (from 36 theoretically possible in our case), in studied genetic systems has been found in pigs line of Tsianit; the lowest rate is inherent in the other two lines - the Socle and the Cycle (23 genotypes), this fact may be due to minor number of test animals. Identified significant differences ($p < 0,001-0,05$) on the distribution of genotypes and concentration of the respective alleles.

In the study of polymorphic system EAE in pigs line of Socle identified 8 genotypes, Tsianita - 13, Chicory - 10, Tsimus - 9 and Cycle - 7 types. For all five lines were the most common homozygotes E^{bdg}/E^{bdg} and heterozygote E^{bdg}/E^{edf} , the share of other genotypes of this complex genetic system comprises from 28.4 to 47.2%.

According polymorphic protein system Tf, only in lines of Tsianit, Tsimus and Cycle were identified homozygotes Tf^A/Tf^A , in other genotypes significant differences were not found.

By enzyme loci Am, genotype Am^1/Am^1 is found only in pigs of two lines: Socle and Cycle.

It was determined that, for the formation and directed support of the intra-breed genealogical structure, that is created based on the breeding lines, an effective method of control can be monitored by co-

dominant alleles of the genetic systems of blood groups and by polymorphic loci of blood proteins.

Keywords: pigs, groups of blood, allele, genotype, polymorphism, parameters of the gene pool, lines.

ИММУНОГЕНЕТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ЛИНИЙ АСКАНИЙСКОГО ТИПА УКРАИНСКОЙ МЯСНОЙ ПОРОДЫ СВИНЕЙ

К. В. Скрепец
skrepets@gmail.com

Институт животноводства степных районов имени М. Ф. Иванова
«Аскания-Нова» – Национальный научный селекционно-
генетический центр по овцеводству
ул. Соборная, 1, пгт Аскания-Нова, Чаплинский р-н,
Херсонская обл., 75230, Украина

Изложены результаты исследований особенностей и уровня генетической дифференциации пяти линий свиней асканийского типа украинской мясной породыплемзавода "Аскания-Нова". Изучена иммуногенетическая внутривидовая дифференциация по антигенам "закрытых" систем групп крови EAB, EAE, EAF, EAG, EAL и полиморфным локусам белков сыворотки крови Tf и Am. Наибольшее количество генотипов – 30 (из 36 теоретически возможных в нашем случае) по исследованным генетическим системами было обнаружено у свиней линии Цианита, самый низкий показатель присущ двум другим линиям - Цоколя и Цикла (по 23 генотипа), что, возможно, объясняется незначительным количеством исследуемых животных. Определены достоверные различия ($P < 0,001-0,05$) по распределению генотипов и концентрации соответствующих аллелей.

При исследовании полиморфной системы EAE у свиней линии Цоколя определены 8 генотипов, Цианита – 13, Цикория – 10, Цимуса - 9 и Цикла - 7 типов. По всем пяти линиями наиболее распространенными оказались гомозиготы E^{bdg}/E^{bdg} и гетерозиготы E^{bdg}/E^{edf} , доля других генотипов этой сложной генетической системы насчитывает от 28,4 до 47,2%.

По полиморфной белковой системе Tf только в линиях Цианита, Цимуса и Цикла идентифицированы гомозиготы Tf^A/Tf^A , по другим генотипам существенных различий не выявлено.

По ферментному локусу Am, генотип Am¹/Am¹ обнаружен только у свиней двух линий: Цоколя и Цикла.

Определено, что, для становления и направленной поддержки внутривидовой генеалогической структуры, которая создается на основе разведения по линиям, эффективным методом контроля может быть мониторинг по кодоминантным аллелям генетических систем групп крови и полиморфным локусам белков крови.

Ключевые слова: свині, групи крові, аллель, генотип, поліморфізм, параметри генофонда, лінії.

Розведення за лініями одна з найголовніших умов поліпшення існуючих, збереження локальних і створення нових порід [1]. Лінії сільськогосподарських тварин створюються та удосконалюються при постійній взаємодії двох факторів – консолідуючого внутрішньолінійного відбору і гетерогенізуючого впливу міжлінійних кросів. Лінії диференціюють головним чином за родоводом, особливостями екстер'єру та продуктивності тварин. Використання молекулярно-генетичних маркерів на етапах поглибленої селекційно-плеємної роботи з лініями та стадами сприяє отриманню необхідної інформації про особливості їх генетичних взаємин [2].

Імуногенетичні дані дають можливість конкретизувати уявлення про ступінь консолідації та диференціації окремих порід та їх структурних одиниць. Основними елементами в одержанні такої інформації є обрахування частот молекулярно-генетичних маркерів і на їх основі визначення індексів генетичної схожості між порівнювальними групами тварин та проведення кластерного аналізу з побудованою графічного відображення генетичних відносин між досліджуваних формувань. Генетичний аналіз за антигенами груп крові та іншими кодоміантними позначками дає можливість значно полегшити роботу з підтримки генетичної схожості тварин тієї або іншої лінії з генотипом родоначальника [3].

Завдяки диференційованому напрямку відбору за лініями у породі створюються мікропопуляції, які відрізняються між собою своїми особливостями, а відповідно і різними генотипами [4, 5].

Матеріал і методика досліджень. Дослідження були проведені в ДПДГ «Асканія-Нова» на 381 голові плеємних свинях асканійського типу української м'ясної породи (АМТ), які були типовані загальноприйнятими методами (реакція аглютинації, гемолізу, проба Кумбса) з використанням моноспецифічних діагностиків за еритроцитарними антигенами генетичних систем груп крові В, Е, F, G та L. Методом електрофорезу у крохмальному гелі [6, 7] були визначені електрофоретичні варіанти си-

роваточних білків крові, трансферину (Tf) та амілази (Am).

Дослідження внутрішньопорідної лінійної структури були проведені при віднесенні тварин до формальних генеалогічних ліній. Формальні лінії використовуються в основному для первинної генеалогічної систематики, до них входять усі нащадки родоначальника незалежно від їх якостей.

Результати досліджень. Структура асканійського м'ясного типу (табл. 1 та 2) складається з наступних ліній: Цоколя, Цикорія, Цианіта, Цимуса та Цикла[8]. Слід відзначити, що лінія Цикла найбільш малочисельна у порівнянні з іншими. Найбільшу кількість генотипів - 30 (з 36 теоретично можливих у нашому випадку) за дослідженими генетичними системами було виявлено у свиней лінії Цианіта, найнижчий показник притаманний двом лініям - Цоколя та Цикла (по 23 генотипи), що можливо пояснюється незначною кількістю наявних тварин.

При попарному порівнянні досліджених ліній свиней асканійського м'ясного типу визначено вірогідні відмінності ($P < 0,001-0,05$) за розподілом генотипів та концентрацією відповідних алелів.

Найбільші відмінності виявлені за частотою алелів між лінією Цоколя та іншими дослідженими структурними одиницями. Так, за поліморфною системою EAL алелі L^a та L^b тварини лінії Цоколя вірогідно ($P < 0,001-0,01$) відрізнялися від свиней лінії Цимуса, Цикорія, Цикла та Цианіта, за локусом Am виявлено вірогідні відмінності ($P < 0,001-0,05$) концентрації алелів Am^1 та Am^2 між лініями Цимуса, Цикорія та Цианіта. За генетичною системою EAE спостерігаються відмінності за частотою алеля E^{eaf} ($P < 0,05$) у тварин, віднесених до лінії Цоколя від Цимуса та Цикла.

Тварини лінії Цимуса вірогідно відрізнялися за генетичною системою Am ($P < 0,05$) від ліній Цикорія та Цианіта концентрацією алеля Am^1 , а від останньої - за частотою алеля Am^2 .

Між лініями Цикорія та Цикла спостерігається вірогідна відмінність ($P < 0,05-0,01$) частот алелів F^a , F^b , G^a , G^b , Am^1 та Am^2 відповідних генетичних систем. З лінією Цимуса вірогідні відмінності виявлені лише за алелем Am^1 ($P < 0,05$).

Відмінності імуногенетичних профілів досліджених ліній асканійського м'ясного типу наведено на рисунках 1 та 2.

Підсвинки, належні до лінії Цикла, вірогідно ($P < 0,01$) відрізняються від лінії Цианіта концентрацією алелів B^a , B^b , Am^1 та Am^2 відповідних поліморфних локусів.

За концентрацією генотипів, використаних для порівняння генетичних систем між дослідженими лініями, були також виявлені певні вірогідні відмінності ($P < 0,05-0,001$).

Таблиця 1. Частота алелів у лініях свиней асканійського типу української м'ясної породи ДП «ДГ ІТСР «Асканія-Нова»

Система	Алель	Лінія				
		Цоколя	Ціаніта	Цикорія	Цимуса	Цикла
EAB	a	0,984	0,947	0,977	0,993	1,000
	b	0,016	0,053	0,023	0,007	0,000
EAE	aeg	0,008	0,045	0,023	0,015	0,012
	bdg	0,508	0,516	0,641	0,664	0,662
	bdf	0,040	0,053	0,052	0,075	0,035
	edg	0,097	0,134	0,081	0,067	0,140
	edf	0,347	0,252	0,203	0,179	0,151
EAF	a	0,298	0,293	0,326	0,216	0,151
	b	0,702	0,707	0,674	0,784	0,849
EAG	a	0,484	0,484	0,605	0,470	0,360
	b	0,516	0,516	0,395	0,530	0,640
EAL	a	0,089	0,276	0,320	0,328	0,302
	b	0,911	0,724	0,680	0,672	0,698
Tf	A	0,065	0,101	0,112	0,175	0,171
	B	0,935	0,899	0,888	0,825	0,829
Am	1	0,359	0,041	0,031	0,149	0,220
	2	0,641*	0,959** *	0,938** *	0,851*	0,768
	3	0,000	0,000	0,031	0,000	0,012
Середні генетичні параметри	ne	1,64	1,66	1,58	1,59	1,56
	k	2,78	3,26	2,94	2,72	2,77
	Y	64,1	65,1	65,9	62,2	68,5
	h	0,152	0,221	0,202	0,162	0,123
Голів		62	123	86	67	43

Примітки: * $P < 0,05$; ** $P < 0,01$; *** $P < 0,001$

Таблиця 2. Концентрація генотипів (%) у лініях свиней асканійського м'ясного типу ДПДГ "Асканія-Нова"

Система	Генотип	Лінія				
		Цоколя	Ціаніта	Цикорія	Цимуса	Цикла
EAB	a/a	96,77	90,24	95,35	98,51	100,00
	a/b	3,23	8,94	4,65	1,49	0,00
	b/b	0,00	0,81	0,00	0,00	0,00
EAE	aeg/aeg	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	aeg/bdg	0,00	2,44	1,16	0,00	0,00
	aeg/bdf	0,00	1,63	2,33	0,00	0,00
	aeg/edg	1,61	0,81	0,00	1,49	0,00

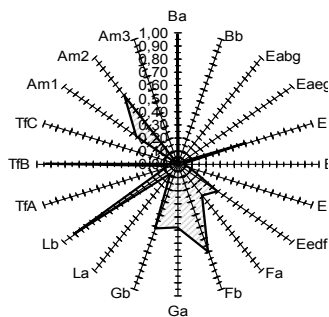
Продовж. табл. 2

	aeg/edf	0,00	4,07**	1,16	1,49	2,33
	bdg/bdg	24,19	28,46	43,02	44,78	48,84
	bdg/bdf	6,45	6,50	6,98	13,43	6,98
	bdg/edg	11,29	13,01	9,30	2,99	16,28
	bdg/edf	35,48	24,39	24,42	26,87	11,63
	bdf/bdf	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	bdf/edg	0,00	0,81	0,00	0,00	0,00
	bdf/edf	1,61	1,63	1,16	1,49	0,00
	edg/edg	0,00	0,81	0,00	1,49	0,00
	edg/edf	6,45	10,57	6,98	5,97	11,63
	edf/edf	12,90	4,88	3,49	0,00	2,33
EAF	a/a	6,46	5,69	5,81	0,00	0,00
	a/b	46,77	47,15	53,49	43,28	30,23
	b/b	46,77	47,15	40,70	56,72	69,77
EAG	a/a	20,97	24,39	32,56	16,42	11,63
	a/b	54,84	47,97	55,81	61,19	48,84
	b/b	24,19	27,64	11,63	22,39	39,53
EAL	a/a	0,00	3,25	11,63	7,46	6,98
	a/b	17,74	48,78	40,70	50,75	46,51
	b/b	82,26	47,97	47,67	41,79	46,51
Tf	AA	0,00	1,35	0,00	5,26	4,88
	AB	12,90	17,57	22,45	24,56	24,39
	BB	87,10	81,08	77,55	70,18	70,73
Am	1-1	9,38**	0,00	0,00	0,00	12,20
	1-2	53,12	8,11	6,12	29,82	19,54
	1-3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	2-2	37,50	91,89	89,80	70,18	65,85
	2-3	0,00	0,00	2,04	0,00	2,44
	3-3	0,00	0,00	2,04	0,00	0,00
Голів		62	123	86	67	43

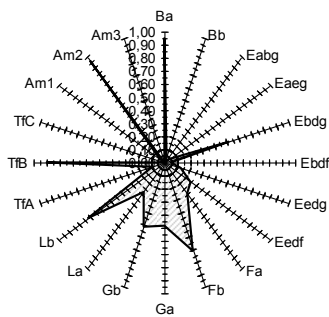
Примітки: $P<0,05$; $P<0,01$; $P<0,001$

Між лініями Цоколя, Цимуса та Цикорія за системою ЕАЕ визначено вірогідну різницю ($P<0,05-0,001$) частот генотипів E^{bdg}/E^{bdg} , E^{edf}/E^{edf} , а з лінією Цикла ще й за гетерозиготою E^{bdg}/E^{edf} ($P<0,01$). Цікаво, що відповідний алель E^{bdg} пов'язаний з життєздатністю тварин і відносно інших алелів має високу концентрацію в усіх фактичних лініях, але частота гомозиготи E^{bdg}/E^{bdg} у лініях Цоколя та Ціаніта (відповідно 1,8-2,0; 1,5-1,7 рази) менша, ніж у особин, які належать до ліній Цикорія, Цимуса та Цикла (43,02-48,84%). Гетерозигота E^{bdg}/E^{edf} лінії Цоколя на 67,27% перевершує частоту зустрічності у інших лініях.

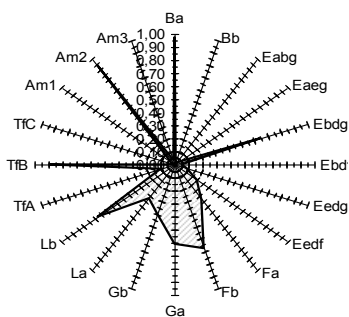
лінія Цоколя



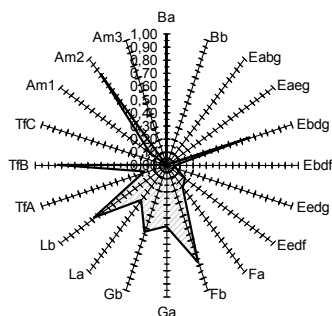
лінія Ціаніду



лінія Цикорію



лінія Цимусу



лінія Циклу

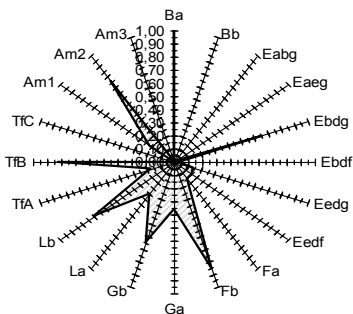
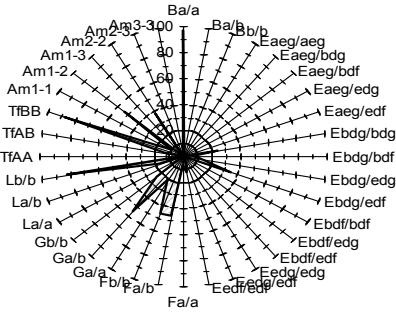
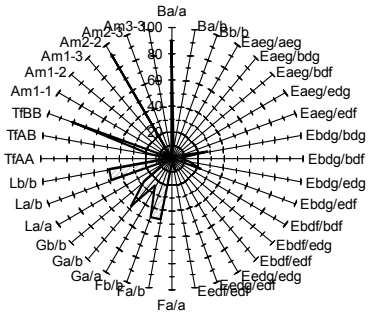


Рис. 1. Імуно-біохімічний профіль ліній асканійського типу української м'ясної породи за частотами алелів

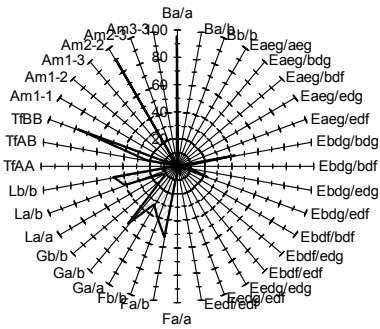
лінія Цоколя



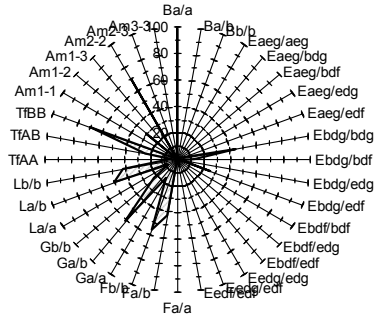
лінія Ціаніду



лінія Цикорію



лінія Цимусу



лінія Циклу

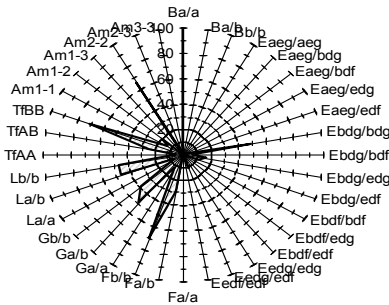


Рис. 2. Імуно-біохімічний профіль ліній асканійського м'ясного типу за концентрацією генотипів

За генетичною системою EAB лише у тварин, належних до лінії Ціаніта, виявлено одного носія доволі рідкісного гомозиготного генотипу V^b/V^b .

При дослідженні поліморфної системи EAE у свиней лінії Цоколя визначено 8 генотипів, Ціаніта – 13, Цикорія – 10, Цимуса – 9 та Цикла – 7 типів, за всіма п'ятьма лініями найбільш розповсюдженими виявились гомозиготи E^{bdg}/E^{bdg} (концентрація яких склала у тварин лінії Цоколя - 59,70%, Ціаніта – 52,85%, Цикорія – 67,40%, Цимуса – 71,65% і Цикла – 60,47%) та гетерозиготи E^{bdg}/E^{edf} (відповідно 40,30%, 47,15%, 32,60%, 28,35% та 39,50%), частка інших генотипів цієї складної генетичної системи становить лише від 28,4 до 47,2%.

Серед тварин, які належать до лінії Цимуса, не було встановлено взагалі носіїв генотипу E^{edf}/E^{edf} , хоча відповідний алель E^{edf} на думку Тихонова В. М. [3] пов'язаний з життєздатністю тварин. У особин лінії Цоколя гомозиготний генотип E^{edf}/E^{edf} (12,90%), навпаки, перевершує інші групи у 2,6 - 5,5 рази. Відзначено відносно високу частоту генотипу E^{edf}/E^{edf} і у лініях Ціаніта та Цикла.

Найнижчою концентрацією вирізняються генотипи E^{aeg}/E^{bdg} , E^{aeg}/E^{bdg} , E^{aeg}/E^{edg} , E^{aeg}/E^{edf} , але при цьому слід відзначити у представників лінії Ціаніта доволі високу частоту генотипу E^{aeg}/E^{edf} – 4,07%, що перевершує у 3,5 рази концентрацію цього генотипу у представників інших ліній.

За системою EAF у тварин, віднесених до лінії Цимуса та Цикла, не виявлено гетерозигот F^a/F^a , але відзначено відносно високу частоту генотипу F^b/F^b – 1,2-1,4; 1,5-1,7 рази відповідно. Лінія Цикорія відрізняється високою частотою гетерозиготи F^a/F^b (53,49%), а у представників лінії Цикла, навпаки, концентрація цього генотипу (30,23%) найменша.

Дослідженнями генетичною системою EAG виявлено, що підсвинки, віднесені до лінії Цикла, лише у 11,63% є носіями гомозиготи G^a/G^a , а представники лінії Цикорія, навпаки, генотипу G^b/G^b .

У групі тварин лінії Цоколя за EAL системою взагалі не виявлено носіїв гомозиготного генотипу L^a/L^a і виявлено високу частоту 82,26% гомозиготи L^b/L^b у порівнянні з представниками інших ліній.

За поліморфною білковою системою Tf гомозиготу Tf^A/Tf^A ідентифіковано лише у лініях Ціаніта, Цимуса та Цикла, за іншими генотипами суттєвих відмінностей не виявлено.

За ферментним локусом Am генотип Am^1/Am^1 виявлено лише у свиней двох ліній Цоколя та Цикла. Тварини лінії Цоколя характеризуються відносно високою концентрацією генотипу Am^1/Am^2 – 53,12%, що на 43,8 - 88,5% більше, ніж у представників інших ліній, та низькою (у 2,5-1,7 рази меншою) частотою генотипу Am^2/Am^2 . Рі-

дкісний генотип Am^1/Am^3 не було ідентифіковано в жодній тварини досліджених ліній. Гетерозигота Am^2/Am^3 виявлена лише у двох лініях - Цикорія та Цикла і встановлено, що носіями гомозиготного генотипу Am^3/Am^3 (2,04%) є підсвинки лінії Цикорія.

Генетичний аналіз за антигенами груп крові та іншими кодомінантними системами дає змогу суттєво полегшити роботу з підтримки генетичної схожості тварин тієї чи іншої лінії з родоначальником. Проведений імуногенетичний аналіз ліній асканійського типу української м'ясної породи доводить їх значну генетичну мінливість. Виявлена вірогідна різниця за частотою алелів і генотипів деяких поліморфних систем груп крові та електрофоретичних варіантів сировоточних білків досліджених ліній свиней дозволяє використовувати особливості генетичного поліморфізму. Виявлені не тільки кількісні а й якісні відмінності між дослідженими лініями, за поліморфними генетичними системами, можуть слугувати не тільки породними маркерами, а й маркерами лінійної специфічності для більшості ліній. Наприклад, для тварин лінії Ціаніта у якості маркера можливе використання доволі рідкісного алеля E^{aeg} , частота якого у цій групі тварин на 51,1-82,2 % вища, ніж у інших досліджених лініях. Лінія, як і порода в цілому, весь час розвивається, удосконалюється, у ній з'являються нові родоначальники, які своїми якостями суттєво відрізняються від предків [9]. Тому важливо виявити найбільш значні, корисні якості, щоб потім їх розповсюдити в лінії.

Використання поліморфних систем груп крові та генів білкових локусів, як маркерів, дає змогу відбирати плідників, подібних за генотипом до родоначальника лінії, що безперечно, допоможе селекціонерам у роботі з удосконалення ліній. Маркування ліній можливе здійсненням пріоритетного розведення тварин, носіїв рідкісних алелів, шляхом прогнозованого та цілеспрямованого підбору відповідних батьківських пар [10].

Висновки: Встановлено відносно високий рівень генетичної диференціації між лініями свиней асканійського типу за всіма дослідженими "закритими" генетичними системами EAB, EAE, EAF, EAG, EAL, Tf та Am. Загальний рівень міжлінійних відмінностей за індексом генетичної схожості варіює у межах 0,818 – 0,965. При цьому, найбільш віддаленою від інших ліній асканійського типу української м'ясної породи ($r=0,182 - 0,116$) виявилася лінія Цоколя, а лінія Ціаніта (0,817) є більш схожою з породою дюрк.

Список використаної літератури

1. Кисловський Д. А. Избранные сочинения / Д. А. Кисловський // М.: Колос, 1965.
2. Гіллер І. Р. Про імуногенетичну схожість з родоначальником при розведенні по лініях / І. Р. Гіллер // Племінна справа і біологія розмноження сільськогосподарських тварин. – К.: Урожай, 1973. – С. 35-38.
3. Тихонов В. Н. Иммуногенетика и биохимический полиморфизм домашних и диких свиней / В. Н. Тихонов. – Новосибирск, 1991. – 303 с.
4. Плахотников А. Г. Генетический контроль селекционных процессов в свиноводстве / А. Г. Плахотников, И. В. Соловьев, В. В. Герасименко // Зоотехния. – 1999. – № 6 – С.7-8.
5. Животовский Л. А. Показатель сходства популяций по полиморфным признакам / Л. А. Животовский // Журнал общей биологии. – 1979. – Т. 40. – № 4 – С.587-602.
6. Kristjansson F. Inheritance of a serum protein in swine // Science. – 1960. – V. 131. – P. 1681.
7. Ebertus R. Untersuchungen über Coeruloplasmin Polimorphismus beim Rind. Fortpflanzung Besamung und Aufzucht der Haustiere // Biologie, Pathologie und Hygiene. – 1967. – № 3/4. – P. 265-270.
8. Дудка О. І. Особливості успадкування продуктивних ознак свиней української м'ясної породи / О. І. Дудка // Науковий вісник "Асканія-Нова". – 2012. – Вип. 5, Ч. II. – С. 228-236.
9. Машуров А. М. Разведение скота с использованием генетических маркеров / А. М. Машуров // Животноводство. – 1984. – № 4. – С. 34-37.
10. Герасименко В. В. Некоторые актуальные вопросы маркерной селекции в животноводстве / В. В. Герасименко // Науковий вісник "Асканія-Нова" : наук.-теорет. фах. журнал. – Нова-Каховка : ПИЕЛ, 2012. – Вип. 5, Ч. II. – С. 201–215.