

fuer-dairy-cattle (дата обращения 12.02.2025 г.).

7. Ocena wartości hodowlanej krów dla cech produkcyjnych i zawartości komórek somatycznych // CRS. – URL: <https://crs.izoo.krakow.pl/wiki/docs/ocena-konwencjonalna-2> (дата обращения 12.12.2024 г.).

Поступила 10.03.2025 г.

УДК 636.2.082.454:591.463.12

Л.В. ГОЛУБЕЦ, Ю.К. КИРИКОВИЧ, С.А. САПСАЛЁВ,
Е.В. НАУМЕНКО, Н.В. ЯНУТЬ, О.В. ПАЙТЕРОВА

ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ КОНЦЕНТРАЦИЙ ГРАДИЕНТА ПЛОТНОСТИ «ПЕРКОЛЛ» НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ОТБОРА ЖИЗНЕСПОСОБНОЙ ФРАКЦИИ СПЕРМАТОЗОИДОВ ПРИ КАПАЦИТАЦИИ НЕСЕКСИРОВАННОЙ СПЕРМЫ БЫКОВ

*Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси
по животноводству, г. Жодино, Республика Беларусь*

Качество и количество живых сперматозоидов оказывают влияние не только на оплодотворение, но и на развитие эмбриона в целом. В этой связи процедура отбора и подготовки спермы к оплодотворению *in vitro*, направленная на улучшение её количественных и качественных характеристик, является неотъемлемой частью вспомогательных репродуктивных технологий. В статье представлены результаты исследований, целью которых явилось изучение влияния различных концентраций Перколл при приготовлении ступенчатого градиента плотности на выделение наиболее жизнеспособной фракции сперматозоидов при капацитации спермы быков. В процессе использования одно-, двух- и трёх-слойных колонок градиента плотности в различных концентрациях установлена эффективность однослойного 90 % Перколл по основным показателям двигательной активности сперматозоидов.

Ключевые слова: капацитация, Перколл, градиент плотности, подвижность, сперматозоиды, центрифугирование.

L.V. GOLUBETS, Y.K. KIRIKOVICH, S.A. SAPSALEV,
Ye.V. NAVUMENKA, N.V. YANUTS, O.V. PAYTEROVA

**EFFECT OF VARIOUS CONCENTRATIONS OF THE PERCOLL®
DENSITY GRADIENT ON THE EFFICIENCY OF SELECTION
OF VIABLE SPERM CELL FRACTION DURING CAPACITATION
OF UNSEXED BULL SEMEN**

*Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences
of Belarus for Animal Breeding, Zhodino, Republic of Belarus*

The quality and quantity of viable sperm cells influence both fertilization and the overall development of the embryo. In this regard, the procedure of selection and preparation of sperm for *in vitro* fertilization, aimed at improving its quantitative and qualitative characteristics, is an integral part of assisted reproductive technologies. This paper contains the results of research aimed at studying the effect of various concentrations of Percoll in the preparation of a step density gradient on the isolation of the most viable sperm cell fraction during capacitation of bull semen. In the process of using single-, double- and triple-layer density gradient columns in various concentrations, the effectiveness of single-layer 90% Percoll was established for the main indicators of sperm motility.

Key words: capacitation, Percoll, density gradient, motility, sperm cells, centrifugation.

Введение. Качество и количество живых сперматозоидов существенно влияют на успех экстракорпорального оплодотворения. Несмотря на то, что через зону пеллюцида яйцеклетки проникает только один сперматозоид, рядом исследований установлено, что их концентрация оказывает значительное влияние на повышение скорости оплодотворения, а уровень фертильности – на увеличение количества морфологически полноценной спермы. Обычно при оплодотворении в культуре *in vitro* используемые дозы колеблются от 0,5 до 5,0 миллионов сперматозоидов на миллилитр среды, а соотношение сперматозоид/ооцит может составлять от 10 000 до 20 000:1 [1, 2, 3].

Конкуренция среди сперматозоидов оказывает влияние не только на оплодотворение, но и на развитие эмбриона в целом. Результаты отдельных исследований указывают на то, что низкое количество сперматозоидов (т. е. низкая конкуренция среди сперматозоидов) в месте слияния половых гамет способствует оплодотворению яйцеклетки менее компетентными сперматозоидами, которые в ряде случаев не могут завершить процесс оплодотворения, что приводит к гибели эмбриона. Снижение подвижности и качества сперматозоидов приводит к ранней эмбриональной гибели ещё до того, как мать распознает зародыш [4, 5]. Следовательно, процедура отбора и подготовки спермы к оплодотворению *in*

vitro, направленная на улучшение её количественных и качественных характеристик, является неотъемлемой частью вспомогательных репродуктивных технологий (ВРТ).

За последние годы проведены многочисленные сравнительные исследования по использованию различных методов подготовки спермы, по результатам которых было установлено, что центрифугирование в градиенте плотности Перколла наиболее эффективно при получении большего количества подвижных и морфологически полноценных сперматозоидов, обладающих высокой способностью проникать через зону пеллюцида [6, 7, 8].

Сущность метода подготовки спермы в градиенте Перколла заключается в том, что разделение сперматозоидов происходит в зависимости от их плотности. Морфологически нормальные и аномальные спермии имеют разную плотность. Так, зрелый морфологически жизнеспособный сперматозоид имеет плотность 1,10 г/мл, тогда как плотность незрелого и морфологически аномального сперматозоида колеблется в пределах от 1,06 до 1,09 г/мл, поэтому после центрифугирования каждый сперматозоид находится на уровне градиента, соответствующем его плотности. В результате лейкоциты, клеточный дебрис, а также морфологически аномальные сперматозоиды с плохой подвижностью задерживаются в плотных слоях градиента, а высокоподвижные, морфологически нормальные, жизнеспособные сперматозоиды проходят все слои градиента и образуют осадок на дне пробирки [9]. Тем не менее, по ряду вопросов, касающихся повышения эффективности использования Перколла, а в частности количества колонок (слоев) и концентрации градиента плотности, продолжают исследования и дискуссии [10, 11]. В этой связи **целью исследований** явилось изучение влияния различных концентраций Перколла при приготовлении ступенчатого градиента плотности на выделение наиболее жизнеспособной фракции сперматозоидов при капацитации спермы быков.

Материал и методика исследований. Исследования проводились в лаборатории воспроизводства, трансплантации эмбрионов и трансгенеза животных РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству». В опытах изучалась эффективность одно-, двух- и трёхслойных колонок Перколла с его разными концентрациями. Однослойная колонка градиента плотности состояла из 60 %, 70, 80 и 90 % Перколла, двухслойная – 30/60 %, 35/70 и 40/80 % и трёхслойная – 30/60/90 %, 35/70/90 и 40/80/90 %. В качестве контроля использовался двухслойный градиент 45/90 %. Перколл в концентрации 60 %, 70, 80 и 90 % приготавливался путём разбавления 100 % Перколла до нужной концентрации. Градиент плотности в концентрации 30 %, 35, 40 и 45 % – путём добавления к одной части базовых концентраций

Перколла (60 %, 70, 80 и 90 %) такой же части среды оплодотворения собственного изготовления с последующим перемешиванием. Формирование двух- и трёхслойных колонок градиента плотности проводилось путём наслоения Перколла меньшей концентрации на колонку большей концентрации. Объём однослойной колонки составлял 800 мкл, двухслойной – по 800 мкл и трёхслойной – по 600 мкл каждого разведения.

После приготовления колонок осуществлялось размораживание обычной спермы и её наслаивание на общий градиент Перколла. Сформированная колонка подвергалась центрифугированию в течение 10 мин при 300 g. Далее супернатант удалялся, а осадок в количестве 80-100 мкл разбавлялся средой для оплодотворения и снова подвергался центробежному ускорению в том же режиме. После повторного центрифугирования верхняя часть удалялась, а осадок суспендировался, разбавлялся средой оплодотворения с гепарином и снова центрифугировался. Затем надосадочная жидкость отбиралась, а осадок со спермой гомогенизировался и оценивался на двигательную активность с помощью оборудования SpermVision™ Professional по следующим показателям: доля подвижных сперматозоидов (П), %; доля спермиев с прямолинейно-поступательным движением (ППД), %; DCL – пройденное расстояние криволинейного движения, мкм; DAP – пройденное расстояние по средней траектории движения, мкм; DSL – пройденное расстояние прямолинейного движения, мкм; VCL – скорость при криволинейном движении, мкм/с; VAP – скорость продвижения головки сперматозоида по средней траектории движения, мкм/с; VSL – скорость прямолинейного движения головки спермия вдоль прямого отрезка между начальной и конечной точками траектории, мкм/с; LIN – степень линейности (VSL/VCL), %; STR – степень прямолинейного движения сперматозоидов (полезное перемещение) (VSL /VAP), %; WOB – степень отклонения (VAP/VCL) (величина, описывающая колебание реальной траектории относительно усредненной), %; BCF – частота колебательного движения (средняя частота, с которой реальная траектория сперматозоида пересекает усреднённую траекторию), колебаний/сек и ALH – среднее боковое отклонению головки (отклонение головки относительно средней траектории), %.

Результаты исследований и их обсуждение. В таблице 1 представлены результаты исследований влияния однослойных рабочих колонок плотности градиента разных концентраций Перколла на двигательные показатели жизнеспособной фракции сперматозоидов при капацитации заморожено-оттаянной несекированной спермы быков-производителей.

Таблица 1 – Эффективность применения однослойного градиента плотности разных концентраций

Показатели	Концентрация градиента плотности Перколла, %				
	контроль- ная группа	60	70	80	90
Доля подвижных сперматозоидов, %	45/90				
Доля спермиев с прямолинейным поступательным движением (ППД), %	34,4±3,79	21,3±1,81	36,1±3,55	36,8±2,35	45,9±2,98
Пройденное расстояние по средней траектории движения (DAP), мкм	23,4±3,70	2,0±0,83	15,2±2,09	18,1±2,61	33,9±3,44
Скорость продвижения по средней траектории движения, (VAP), мкм/с	27,9±3,23	7,9±1,98	23,0±2,75	27,6±2,80	39,7±2,34
Пройденное расстояние прямолинейного движения (DSL), мкм	62,6±7,26	18,9±4,79	49,3±5,84	68,2±7,56	88,3±5,81
Скорость прямолинейного движения (VSL), мкм/с	25,1±3,01	6,4±1,72	20,6±2,63	25,7±2,73	34,6±2,63
Пройденное расстояние криволинейного движения (DCL), мкм	56,4±6,79	15,5±4,18	44,4±5,61	64,1±7,55	77,4±6,52
Скорость при криволинейном движении (VCL), мкм/с	52,0±6,26	17,9±5,80	37,3±4,07	42,9±4,09	69,0±3,75
Степень линейность реальной траектории, (LIN), %;	115,4±13,75	40,4±12,44	79,5±8,59	103,0±9,86	153,2±8,83
Степень прямолинейного движения сперматозоидов (STR), %;	43,7±0,05	25,0±0,07	51,0±0,05	55,1±0,04	49,5±0,03
Степень колебание реальной траектории относительно усредненной (WOB), %	77,9±0,07	44,1±0,10	82,3±0,06	85,9±0,06	85,7±0,02
Частота колебательного движения, (BCF), колебаний/сек	48,7±0,05	31,1±0,08	57,1±0,05	59,1±0,04	57,3±0,02
Отклонение головки относительно средней траектории (ALH), мкм	27,64±3,13	17,32±4,12	31,80±3,21	36,87±3,30	31,30±1,87
	2,98±0,36	1,11±0,28	2,24±0,28	2,10±0,17	4,90±0,26

Анализ данных, представленных в таблице 1, показывает, что более эффективным оказалось использование Перколла в концентрации 90 %, что позволило увеличить долю подвижных сперматозоидов по сравнению с контролем на 11,5 п. п., в том числе долю клеток с прямо поступательным движением на 10,5 п. п. По отношению к другим концентрациям градиента плотности превосходство по данным показателям составило 24,6 % и 31,9 п. п. для 60 %, 9,8 и 18,7 п. п. – 70 %, 9,1 и 15,8 п. п. – 80 % колонок соответственно.

По показателям скорости (VSL) и пройденному расстоянию (DSL) прямолинейного движения более высокие показатели получены при максимальной концентрации Перколла 90 %, что на 21,0 мкм/сек и 9,5 мкм выше контрольной группы, а в сравнении с опытными группами диапазон превосходства составил от 13,3 мкм/сек и 8,9 мкм при использовании 80 % Перколла до 61,9 мкм/сек и 28,2 мкм при использовании 60 % колонки градиента плотности.

Аналогичные результаты получены при анализе скорости продвижения (VAP) и пройденного расстояния по средней траектории движения (DAP), которые при использовании 90 % градиента находились на уровне 88,3 мкм/сек и 39,7 мкм, что выше на 25,7 мкм/сек и 11,8 мкм контрольной группы, а по сравнению с колонками других концентраций различались на 69,4 мкм/сек и 31,8 мкм при использовании 60 %; 39,0 мкм/сек и 16,7 мкм – 70 %; 20,1 мкм/сек и 12,1 мкм – 80 % градиента. Степени линейности реальной траектории (LIN) и прямолинейного движения сперматозоидов (STR) оказались более высокими в группе с концентрациями Перколла 90 и 80 % – 49,5-55,1 % и 85,9-85,7 % соответственно, что на 5,8-11,4 и 7,8-8,0 п. п. выше по сравнению с контрольной группой.

Наиболее низкие показатели получены при использовании колонки градиента с концентрацией Перколла 60 % – 25,0 и 44,1 %, что ниже по сравнению с контролем на 18,7 и 33,8 п. п. Аналогичная тенденция наблюдалась и в отношении степени колебания реальной траектории относительно усредненной (WOB) и частоты колебательных движений (BCF). Увеличение относительно контрольной группы составило 8,6 п. п. и 3,7 колебаний/сек, а снижение показателей группы 60 % Перколлак контролю – 17,6 п. п. и 10,3 колебаний/сек, к опытным группам – 26,2-28,0 п. п. и 14,0-19,6 колебаний/сек соответственно.

В таблице 2 представлены результаты оценки эффективности использования двухслойных колонок градиента плотности Перколла разных концентраций и их влиянию на двигательную активность сперматозоидов.

Таблица 2 – Эффективность двухслойного Перколла разных концентраций

Показатели	Концентрация градиента плотности Перколла, %			
	контрольная группа	опытные группы		
	45/90	30/60	35/70	40/80
Доля подвижных сперматозоидов, %	34,4±3,79	23,7±3,44	28,1±2,05	23,6±4,22
Доля спермиев с прямолинейным поступательным движением (ППД), %	23,4±3,70	5,8±1,21	7,3±1,44	10,1±2,60
Пройденное расстояние по средней траектории движения (DAP), мкм	27,9±3,23	15,6±2,85	23,2±3,87	22,4±4,92
Скорость продвижения по средней траектории движения (VAP), мкм/с	62,6±7,26	33,1±5,97	52,2±8,84	51,3±11,68
Пройденное расстояние прямолинейного движения (DSL), мкм	25,1±3,01	13,4±2,76	20,5±3,57	18,6±4,21
Скорость прямолинейного движения (VSL), мкм/с	56,4±6,79	28,5±5,80±	46,5±8,20	43,2±10,36
Пройденное расстояние криволинейного движения (DCL), мкм	52,0±6,26	24,0±3,63	41,9±6,57	38,5±8,09
Скорость при криволинейном движении, (VCL), мкм/с	115,4±13,75	50,7±7,63	93,6±14,88	86,9±18,39
Степень линейности реальной траектории (LIN), %;	43,7±0,05	48,8±0,07	43,8±0,05	29,9±0,06
Степень прямолинейного движения сперматозоидов (STR), %;	77,9±0,07	72,1±0,07	76,9±0,07	52,0±0,11
Степень колебание реальной траектории относительно усредненной (WOB), %	48,7±0,05	57,7±0,07	49,4±0,05	35,6±0,07
Частота колебательного движения, (BCF), колебаний/сек	27,6±3,13	23,10±4,08	28,5±3,16	22,6±4,89
Отклонение головки относительно средней траектории (ALN), мкм	2,98±0,36	1,59±0,26	2,73±0,39	2,25±0,66

По результатам изучения эффективности применения двухслойных колонок разной концентрации градиента Перколла выявлена положительная динамика по всем двигательным показателям в контрольной группе (45/90 %). Так, доля подвижных спермиев составила 34,4 % против 23,7 %, 28,1 и 23,6 % при использовании градиента плотности в концентрации 30/60 %, 35/70 и 40/80 % соответственно. Доля спермиев с поступательным движением в группе 45/90 % увеличивалась по сравнению с опытными группами на 17,6 (30/60 %), 16,1 (35/70 %) и на 13,3 (40/80 %) п. п. Пройденное расстояние и скорость прямолинейного движения в контрольной группе составила 25,1 мкм и 56,4 мкм/сек, что на 11,7 и 27,9 п. п., 4,6 и 9,9, 6,5 и 13,2 п. п. выше по сравнению с колонками градиента 30/60 %, 35/70 и 40/80 % соответственно. Скорость продвижения и пройденное расстояние по средней траектории движения составили 33,1 мкм/сек и 15,6 мкм в группе сперматозоидов, отобранных с использованием двухслойной колонки Перколла с концентрацией вещества 30/60 %, 52,2 мкм/сек и 23,2 мкм – 35/70 % и 51,3 мкм/сек и 22,4 мкм – 40/80 %, что на 29,5 и 12,3 п. п., 10,4 и 4,7, 11,3 и 5,5 п. п. ниже по сравнению с контрольной группой. Степень линейности реальной траектории и степень прямолинейного движения сперматозоидов оказались более низкими в группе сперматозоидов с концентрацией Перколла 40/80 % – 29,9 и 52,0 % соответственно, что на 13,8 и 25,9 п. п., 18,9 и 13,9 п. п., 20,1 и 24,9 п. п. ниже по сравнению с контрольной и опытными группами с концентрацией градиента плотности 30/60 и 35/70 % соответственно. Аналогичная тенденция наблюдалась по степени колебания реальной траектории относительно усреднённой, снижение которой в отличие от контрольной группы составило 13,1 п. п., а колонок 30/60 и 35/70 % – 22,1 и 13,8 п. п. соответственно.

Частота колебательных движений в контрольной и в группе с концентрацией градиента 35/70 % находилась практически на одном уровне – 27,6 и 28,5 колебаний/сек против 23,1 и 22,6 колебаний/сек при использовании концентраций 30/60 и 40/80 %.

В таблице 3 представлены результаты эффективности использования трёхслойных колонок градиента плотности Перколла разных концентраций на кинематические характеристики сперматозоидов. Анализ полученных данных свидетельствует, что среди опытных групп более высокие результаты по уровню подвижных и с ППД сперматозоидов получены с использованием трёхслойной колонки 40/80/90 %, что на 8,8 и 7,4 п. п. и 8,3 и 7,5 п. п. было выше по отношению к концентрациям Перколла 30/60/90 и 35/70/90 % и ниже на 4,6 и 9,0 п. п. к контролю соответственно.

Таблица 3 – Эффективность трёхлопастного Перколла разных концентраций

Показатели	Концентрация Перколла, %			
	контрольная группа	опытные группы		
	45/90	30/60/90	35/70/90	40/80/90
Доля подвижных сперматозоидов, %	34,4±3,79	21,0±3,44	21,5±2,24	29,8±2,15
Доля спермиев с прямолинейным поступательным движением (ППД), %	23,4±3,70	7,0±1,89	6,9±2,001	14,4±2,63
Пройденное расстояние по средней траектории движения (DAP), мкм	27,9±3,23	9,7±3,92	12,7±3,67	24,8±3,27
Скорость продвижения по средней траектории движения, (VAR), мкм/с	62,6±7,26	20,3±8,12	27,5±7,71	57,0±7,43
Пройденное расстояние прямолинейного движения (DSL), мкм	25,1±3,01	9,0±3,62	11,0±3,55	22,4±3,20
Скорость прямолинейного движения (VSL), мкм/с	56,4±6,79	18,7±7,49	23,8±7,42	51,8±7,32
Пройденное расстояние криволинейного движения (DCL), мкм	52,0±6,26	13,2±5,48	19,6±5,13	41,4±5,27
Скорость при криволинейном движении, (VCL), мкм/с	115,4±13,75	27,4±11,34	41,9±10,73	93,6±11,78
Степень линейности реальной траектории, LIN, %;	43,7±0,05	30,8±0,09	34,4±0,08	54,6±0,06
Степень прямолинейного движения сперматозоидов, STR, %;	77,9±0,07	39,8±0,11	51,3±0,10	83,9±0,06
Степень колебание реальной траектории относительно усредненной, WOB, %	48,7±0,05	33,6±0,10	40,6±0,08	60,3±0,06
Частота колебательного движения, (BCF), колебаний/сек	27,6±3,13	9,0±4,01	16,9±4,02	34,7±3,96
Отклонение головки относительно средней траектории (ALH), мкм	2,98±0,36	0,64±0,20	1,41±0,34	2,14±0,24

По показателям DSL и VSP более низкие результаты получены при использовании колонок плотности градиента с концентрацией 30/60/90 и 35/70/90 %, что на 13,4 и 11,4 п. п. и 33,1 и 28,0 п. п. ниже по сравнению с 40/80/90 % и на 16,1 и 14,1 п. п., 37,7 и 32,6 п. п. с контрольной группой соответственно. DAP и VAP были выше в контрольной группе на 18,2 мкм и 42,3 мкм/сек (30/60/90 %), на 15,2 мкм и 35,1 мкм/сек (35/70/90 %) и на 3,1 мкм и 5,6 мкм/сек (40/80/90 %). Анализ результатов исследований по LIN и STR указывает на превосходство трехслойного градиента с концентрацией Перколла 40/80/90 % по отношению к группам 30/60/90 %, 35/70/90 и 45/90 %, которое составило 23,8 и 20,2 п. п., 44,1 и 32,6 п. п. и 10,9 и 6,0 п. п. соответственно. Показатели WOB и BCF в группе с концентрацией колонок Перколла 40/80/90 % были выше на 11,6 и 7,6 п. п., 26,7 и 25,7 п. п. и 19,7 и 17,8 п. п. по отношению к трёхслойным колонкам в опыте 30/60/90 и 35/70/90 % и двухслойной в контроле соответственно.

Заключение. Сравнительная характеристика двигательной активности сперматозоидов по результатам изучения эффективности применения одно-, двух- и трёхслойных колонок градиента плотности в различных концентрациях выявила превосходство однослойного 90 % Перколла по всем показателям. Так, по доле подвижных сперматозоидов превышение над контрольной группой составило 24,6 п. п., в том числе по доле клеток с поступательным движением на 10,5 п. п., по пройденным расстояниям по средней траектории (DAP) и прямолинейного движения (DSL) на 11,8 и 9,5 мкм, а также скоростям продвижения по средней траектории (VAP) и прямолинейного движения (VSL) на 25,7 и 21,0 мкм/с соответственно. По отношению к двух- и трёхслойным колонкам это превышение колебалось в пределах: по доле подвижных спермиев от 16,1 (40/80/90 %) до 24,9 п. п. (30/60/90 %), в том числе по доле клеток с прямолинейно-поступательным движением – от 19,5 (40/80/90 %) до 28,1 п. п. (30/60 %), по скоростям прямолинейного движения и средней траектории – от 25,6 (40/80/90 %) до 58,7 мкм/с (30/60/90 %) и от 31,3 (40/80/90 %) до 68 мкм/с (30/60/90 %), по пройденным расстояниям прямолинейного движения и по средней траектории движения – от 12,2 (40/80/90 %) до 25,6 мкм (30/60/90 %) соответственно.

Литература

1. Normal development following in vitro fertilization in the cow / B. G. Bracket, D. Bousquet, M. L. Boice [et. al.] // *Biology of Reproduction*. – 1982. – Vol. 27(1). – P. 147-158. – DOI: 10.1095/biolreprod27.1.147.
2. Pregnancy established in cattle by transfer of embryos derived in vitro from in vitro fertilization of follicular oocytes matured in vitro / K. H. Lu, I. Gordon, M. Gallagher, H. McGovern // *Veterinary Record*. – 1987. – Vol. 121(11). – P. 159-260. – DOI: 10.1136/vr.121.11.259.
3. Bovine in vitro fertilization with frozen thawed semen / J. J. Parrish, J. L. Susko-Parrish, M. L. Leibfried-Rutledge [et al.] // *Theriogenology*. – 1986. – Vol. 25(4). – P. 591-600. –

DOI: 10.1016/0093-691x(86)90143-3.

4. Barth, A. D. The relationship between sperm abnormalities and fertility / A. D. Barth // Proceedings of the 14th Technical Conference on Artificial Insemination and Reproduction National Association of Animal Breeders, Milwaukee, 1992. – P. 47-63.

5. Dejamette, J. M. Accessory sperm: their importance to fertility and embryonic quality, an attempt to alter their numbers in artificially inseminated cattle / J. M. Dejamette, R. G. Saacke, J. Bame, C. J. Vogler // Journal of Animal Science. – 1992. – Vol. 70(2). – P. 484-491. – DOI: 10.2527/1992.702484x.

6. Iodixanol density gradient centrifugation for selecting stallion sperm for cold storage and cryopreservation / G. Stuhmann, H. Oldenhof, P. Peters [et.al.] // Anim. Reprod. Sci. – 2012. – Vol. 133(3-4). – P. 184–90. – DOI: 10.1016/j.anireprosci.2012.06.017.

7. Effect of Density-Gradient Sperm Separation Technique on In Vitro Fertilization Potential of Water Buffalo Semen with Low Post-Thaw Motilities / D. Hufana-Duran, P. G. Duran, Y. Kanai [et.al.] // Philippine Agricultural Scientist. – 2005. – Vol. 88(4). – P. 476-483.

8. Morrell, J. M. Update on semen technologies for animal breeding / J. M. Morrell // Reprod. Domest. Anim. – 2006. – Vol. 41(1). – P. 63–7. – DOI: 0.1111/j.1439-0531.2006.00621.x.

9. Morrell, J. M. Biometric techniques for improving sperm quality in animal breeding: a review / J. M. Morrell, H. Rodriguez-Martinez // The Open Andrology J. – 2009. – Vol. 1. – P. 1–9.

10. Single and double layer centrifugation improve the quality of cryopreserved bovine sperm from poor quality ejaculates / A. Gloria, A. Carluccio, L. Wegher [et.al.] // Journal of Animal Science and Biotechnology. – 2016. – Vol. 7. – P. 30. – DOI: 10.1186/s40104-016-0088-6

11. Single- and two-layer gradient centrifugation in sperm separation: comparison and appraisal / QZ Zhou, CQ Feng, YG Zou [et. al.] // Zhonghua Nan KeXue. – 2010. – Vol. 16(3). – P. 217-219.

Поступила 17.03.2025 г.

УДК 636.4-047.44:577.213.7

М.А. КОВАЛЬЧУК, В.П. СИМОНЕНКО, А.И. ГАНДЖА,
Н.В. ЖУРИНА, Л.Л. ЛЕТКЕВИЧ

ДНК-ТЕСТИРОВАНИЕ СВИНЕЙ ПО ГЕНАМ PRLR И FSHB МЕТОДОМ ПЦР-ПДРФ

*Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси
по животноводству, г. Жодино, Республика Беларусь*

Внедрение эффективных селекционно-генетических и биологических методов в селекционный процесс способствует совершенствованию отечественных пород и линий свиней. Использование ДНК-маркеров является перспективным методом для изучения признаков, имеющих низкую наследуемость и проявления, ограниченные полом. В статье представлены результаты исследований, в которых изучалась генетическая информация генов: пролактинового рецептора (PRLR), фолликулостимулирующего гормона (FSHB) с целью установления предпочтительных для селекции генотипов детерминирующих репродуктивные