

ISSN 1561-8323 (Print)
ISSN 2524-2431 (Online)

АГРАРНЫЕ НАУКИ
AGRARIAN SCIENCES

УДК 636.4.082.12
<https://doi.org/10.29235/1561-8323-2020-64-6-757-768>

Поступило в редакцию 23.10.2020
Received 23.10.2020

**Академик И. П. Шейко¹, Т. Н. Тимошенко¹, Н. В. Приступа¹, Е. А. Янович¹, В. Н. Заяц¹,
член-корреспондент Р. И. Шейко², И. Н. Казаровец¹, А. Ч. Бурнос¹, И. С. Коско¹**

¹*Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству,
Жодино, Республика Беларусь*

²*Институт генетики и цитологии Национальной академии наук Беларуси, Минск, Республика Беларусь*

**НОВЫЕ СЕЛЕКЦИОННО-ГЕНЕТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ
В СВИНОВОДСТВЕ БЕЛАРУСИ**

Аннотация. В организации систем разведения и гибридизации свиноводства Беларуси задействовано шесть пород свиней: белорусская крупная белая, белорусская мясная, белорусская черно-пестрая, ландрас, йоркшир и дюрок. Более 85 % свиней, поставляемых на мясокомбинаты республики, получают от различных сочетаний межпородной гибридизации.

Для эффективного развития отрасли в республике РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству» сформирована система селекционно-племенной работы в свиноводстве, направленная на создание новых конкурентоспособных пород, типов и гибридов свиней, адаптированных к условиям промышленного производства и не уступающих по продуктивности аналогам мировой селекции.

Главным звеном этой системы выступают плезаводы первого порядка (нуклеусы) как предприятия нового типа, занимающиеся селекцией и разведением лучших животных с выдающимися генетически обусловленными племенными и продуктивными качествами. Вторым звеном данной системы являются племрепродукторы первого порядка, которые комплектуются высокоценными племенными свинками из ведущего «нуклеуса» и занимаются их размножением по получению свинок GP (прародители).

Оценивая уровень технологического развития свиноводства в Беларуси на период до 2030 года, мы рассчитали индексы на все прогнозируемые годы (2020–2030 гг.) Существующий уровень технологического развития отрасли свиноводства в Беларуси оценивается как средний. В 2020–2021 гг. будет осуществлен переход свиноводства на умеренно-высокий, в 2022–2023 гг. – на высокий, а с 2025–2030 гг. – на интенсивный уровень технологического развития.

Ключевые слова: свиноводство, свиноматки, племенной молодняк, репродуктивные, откормочные и мясные качества, кормление, прогноз технологического развития отрасли

Для цитирования. Новые селекционно-генетические методы в свиноводстве Беларуси / И. П. Шейко [и др.] // Докл. Нац. акад. наук Беларуси. – 2020. – Т. 64, № 6. – С. 757–768. <https://doi.org/10.29235/1561-8323-2020-64-6-757-768>

**Academician Ivan P. Sheyko¹, Tatyana N. Timoshenko¹, Natalya V. Pristupa¹, Elena A. Yanovich¹,
Vladimir N. Zayats¹, Corresponding Member Ruslan I. Sheyko², Irina N. Kazarovets¹,
Anton Ch. Burnos¹, Ivan S. Kosko¹**

¹*Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus for Animal Husbandry,
Zhodino, Republic of Belarus*

²*Institute of Genetics and Cytology of the National Academy of Sciences of Belarus, Minsk, Republic of Belarus*

NEW BREEDING AND GENETIC METHODS IN PIG BREEDING IN BELARUS

Abstract. Six pig breeds: Belarusian large white, Belarusian meat, Belarusian black and white, landrace, Yorkshire and Duroc are involved in breeding and hybridization of pig breeding in Belarus. More than 85 % of pigs supplied to meat processing plants of the Republic are provided by different combinations of interbreed hybridization.

For the effective development of this branch in the Republic, the Scientific-Practical Center on Animal Husbandry of the National Academy of Sciences of Belarus organized the system of selection and breeding work in pig breeding directed to create new competitive breeds, types, and hybrids of pigs adapted to the industrial production conditions and not inferior to the productivity of the analogs of the world selection.

The main link of this system is the first-order breeding plants (nucleus units) as new-type plants dealing with the selection and breeding of the best animals with the outstanding genetically conditioned breeding and productive qualities. The second link of this system is the first-order breeding breeders that are completed with high-valuable breeding pigs from the leading nucleus unit and are engaged in their reproduction to obtain grandparents (GP).

Assessing the level of the technological development of pig breeding in Belarus during the period to the 2030 year, we predicted the indices for the all predictable years (2020–2030). The existing level of the technological development of the pig breeding branch is assessed as the mean one. During 2020–2021 the pig breeding level will be moderate-high, during 2022–2023 – high, and since 2025–2030 – intensive.

Keywords: pig breeding, sows, pedigree young animals, reproductive, fattening and meat qualities, feeding, forecast of the technological development of the industry

For citation: Sheyko I. P., Timoshenko T. N., Pristupa N. V., Yanovich E. A., Zayats V. N., Sheyko R. I., Kazarovets I. N., Burnos A. Ch., Kosko I. S. New breeding and genetic methods in pig breeding in Belarus. *Doklady Natsional'noi akademii nauk Belarusi = Doklady of the National Academy of Sciences of Belarus*, 2020, vol. 64, no. 6, pp. 757–768 (in Russian). <https://doi.org/10.29235/1561-8323-2020-64-6-757-768>

Введение. Обеспечение населения мясом – сложная проблема мировой экономики и политики. В решении мясной проблемы производству свинины отводится решающая роль. Мировое производство ее ежегодно возрастает на 2,5–3,0 %. В структуре производства свинина занимает первое место (40 %). В Республике Беларусь в мясном балансе доля свинины составляет также около 37–38 % [1; 2]. Такая тенденция связана прежде всего с тем, что свиноводство лучше других отраслей животноводства приспособлено к специализации и концентрации производства, высокому уровню механизации, обеспечивая более низкие затраты кормов и других материально-технических средств на производство продукции и быструю оборачиваемость капитальных вложений. Следовательно, дальнейшее развитие отрасли свиноводства в республике должно быть приоритетным.

Беларусь в отличие от стран Западной Европы в технологии производства свинины имеет свои особенности, заключающиеся в высокой концентрации поголовья свиней на ограниченной территории. Поэтому и система разведения, и животные должны соответствовать жестким технологическим требованиям, быть высокопродуктивными, отличаться хорошей адаптационной способностью и устойчивостью к заболеваниям [3–5].

На первых этапах перевода отрасли на промышленную основу белорусская система, основанная на технологии производства свинины по принципу: племзавод–селекционно-гибридный центр–промышленный комплекс, сработала достаточно успешно. Белорусские породы свиней – крупная белая, белорусская черно-пестрая и белорусская мясная отличились крепостью конституции, хорошей адаптационной способностью к условиям промышленных технологий, неплохими репродуктивными и откормочными качествами, а также высокими вкусовыми качествами мяса и сала. Хотя свиньи белорусских пород несколько уступали импортным породам по показателям мясности туш [6–8].

В настоящее время в организации систем разведения и гибридизации задействовано шесть пород свиней: белорусская крупная белая, белорусская мясная, белорусская черно-пестрая, ландрас, йоркшир и дюрок. Более 85 % свиней, поставляемых на мясокомбинаты в республике, получают от различных сочетаний межпородной гибридизации. При этом работа с породами свиней осуществляется постоянно. В республике селекционный процесс по совершенствованию существующих и созданию новых пород, типов и линий осуществляется непрерывно, несмотря на большие трудоемкость и затраты. Чтобы животные соответствовали требованиям современного рынка, необходимо создание новых, более высокопродуктивных структурных единиц в породах [3; 9; 10].

При этом, учитывая, что апробированные в последние годы высокопродуктивные генотипы свиней выведены на принципах новой современной теории породообразования, совершенствование и создание новых селекционных стад и заводских линий проводится на радикальной реконструкции имеющегося генофонда с широким привлечением лучшего в мире селекционного материала. При этом осуществляется моделирование проектного генотипа с желательными качествами и уровнем продуктивности животных, а также систематически проводятся сравни-

тельные испытания на сочетаемость животных создаваемых пород, типов и линий при разведении «в себе», а также при различных методах скрещивания и гибридизации [11; 12].

Использование традиционных методов селекции не обеспечивает необходимых темпов роста производства животноводческой продукции. Вовлечение в число селекционируемых признаков ряда генетических тестов и параметров животных значительно ускоряет селекционный процесс и повышает эффективность дальнейшей работы. В связи с этим необходимы разработка и использование, при создании новых заводских линий и типов, более совершенных методов селекции, которые позволили бы эффективно осуществлять работу по качественному улучшению существующих и созданию новых генотипов свиней.

Решение этих задач возможно при использовании методов геномной селекции, позволяющих идентифицировать гены, напрямую или косвенно связанные с хозяйственно полезными признаками, т. е. проводить уточняющую селекцию по генотипу, непосредственно на уровне ДНК. Селекция по генотипу не учитывает влияния модификационной изменчивости на проявление признаков продуктивности, делает возможным оценку животных в раннем возрасте независимо от пола, что в конечном итоге повышает эффективность селекционной работы, способствует идентификации и быстрому введению предпочтительных аллелей из ресурсных популяций в популяции реципиентов с целью повышения продуктивности и устойчивости к заболеваниям улучшаемых пород животных. Поэтому, чтобы избежать иностранной экспансии не только в экономике, но и в науке, необходимо интенсивное внедрение биотехнологий, в т. ч. и ДНК-технологий в производственную практику [13].

Применение генетических маркеров является перспективным направлением, обусловлено процессом совершенствования генетического потенциала отечественных пород, однако требует дифференцированного подхода в зависимости от породной принадлежности, генетической структуры популяции и конкретной селекционной задачи.

Доказано, что внедрение в селекционную практику маркерных генов позволяет увеличить многоплодие маток в среднем на 11 % и более, снизить удельный вес мертворожденных поросят до 2,5 %, а аварийных опоросов – до 3,4 %, повысить сохранность поросят к отъему на 10 %, откормочную и мясную продуктивность на 5–10 %, создать резистентные к стрессу стада свиней [14].

Результаты и их обсуждение. Для дальнейшего развития свиноводства в Беларуси необходимо в кратчайшие сроки восстановить поголовье свиней к уровню 2013 г. К 2025 г. обеспечить производство не менее 600 тыс. т свинины с поэтапным проведением реконструкции, модернизации и техническим перевооружением имеющихся площадей. Ускорить дальнейшее наращивание производства за счет увеличения продуктивности животных и оборота производственных помещений. При этом основная проблема в развитии отрасли на ближайшую перспективу заключается в обеспечении биологической защиты животных.

Главным и определяющим условием выполнения мероприятий по восстановлению производства свинины является обеспечение полнорационными комбикормами всех половозрастных групп.

Для эффективного развития отрасли в республике РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству» сформирована система селекционно-племенной работы в свиноводстве, направленная на создание новых конкурентоспособных пород, типов и гибридов свиней, адаптированных к условиям промышленного производства и не уступающих по продуктивности аналогам мировой селекции.

Главным звеном этой системы выступают племзаводы первого порядка (нуклеусы) как предприятия нового типа, занимающиеся селекцией и разведением лучших животных с выдающимися генетически обусловленными племенными и продуктивными качествами.

Вторым звеном данной системы являются племрепродукторы первого порядка, которые комплектуются высокоценными племенными свинками из ведущего «нуклеуса» и занимаются их размножением по получению свинок GP (прародители).

Сущность новой системы в свиноводстве сводится к необходимости создания достаточного количества нуклеусов (племязаводов первого порядка) по разведению генетически неродственных пород и типов высокопродуктивных животных, отселекционированных отдельно по воспроизводительным, мясным и откормочным качествам.

В нуклеусах предусмотрена углубленная селекционная работа, направленная на быстрое повышение из поколения в поколение селекционируемых признаков продуктивности и консолидацию стад по генотипу и фенотипу, а также на хорошую сочетаемость животных этих пород и типов в скрещивании между собой, на размножение в селекционно-гибридных центрах во вновь строящихся и существующих племрепродукторах и племенных фермах промышленных комплексов высокоценных генотипов из нуклеусов, получение животных прародительских и родительских форм для промышленных комплексов на межлинейной и породно-линейной основе. Гибридные свинки реализуются в товарные хозяйства для последующего скрещивания с хряками других пород и сочетаний.

В приоритете также широкое применение в промышленных комплексах породно-линейной гибридизации, основанной на интенсивном использовании отселекционированных на сочетаемость йоркшир, лагдрас, крупной белой, белорусской мясной, белорусской чернопестрой пород, дюрок и пьетрен, позволяющей значительно повысить уровень проявления эффекта гетерозиса и обеспечение через станции искусственного осеменения спермой хряков прародительских и родительских форм племрепродукторов и промышленных комплексов. Разработанная система включает поставку племенных свинок в племрепродукторы первого порядка из других хозяйств, в том числе из-за рубежа. Однако следует отметить, что выполнение селекционной программы в новой системе является решением части проблем, стоящих перед белорусским свиноводством. Как показывает опыт отдельных, успешно работающих хозяйств с импортным поголовьем свиней необходим комплексный подход в использовании современных технологий кормления и содержания животных, а также к программному управлению технологическим производством в племенных и промышленных комплексах.

Импортные высокопродуктивные животные не смогут достичь технологических параметров продуктивности в промышленных комплексах Беларуси, которые построены по старым нормам (большая теплопроводность стен, потолков, окон, пола), из-за чего невозможно нормализовать зооигиенические параметры микроклимата в помещениях.

Учитывая изложенное, можно заключить, что собственные племенные ресурсы в свиноводстве в Беларуси представляют большой интерес. На их основе производится основная доля свинины (более 90 %). Завезенный из-за рубежа генетический потенциал целесообразно использовать в селекционных программах для улучшения мясных качеств отечественных пород и на их основе создавать новые высокопродуктивные заводские типы и породы.

С этой целью нами разработаны селекционные приемы и методы по улучшению животных отечественных пород импортными хряками. Например, используя методы вводного и поглотительного скрещивания, маток белорусской крупной белой породы оплодотворяют хряками породы йоркшир, а маток белорусской мясной породы – хряками породы ландрас. Через 2–3 поколения мы получили животных новых мясных генотипов с сохранением высоких репродуктивных качеств, улучшенными откормочными и мясными качествами, крепкого типа телосложения, а также высокими адаптационными способностями и сохранностью молодняка. Динамика запланированной продуктивности свиней новых генераций представлена в табл. 1, 2.

Т а б л и ц а 1. Динамика улучшения показателей продуктивности свиней белорусской крупной-белой породы

T a b l e 1. Dynamics of improvement of the productivity indicators of Belarusian large white pigs

Показатель Index	Год Year			Эффект селекции Selection effect			
	2020	2025	2030	+/- 2025 к 2020	%	+/- 2030 к 2020	%
Многоплодие, гол	11,9	12,3	12,5	+0,4	3,4	+0,6	5,0
Возраст достижения живой массы 100 кг, дней	176	170	166	-6	3,4	-10	9,4
Среднесуточный прирост, г	785	785	850	+25	3,2	+65	8,3
Расход корма на 1 кг прироста, к. ед.	3,2	3,0	2,9	-0,2	6,2	-0,3	9,4
Толщина шпика, мм	25	23	22	-0,2	8,0	-0,3	12,0
Масса окорока, кг	11,1	11,2	11,3	+0,1	0,9	+0,2	1,8
Выход мяса в туше, %	58	59	60	+1,0	1,0	+0,2	2,0

Т а б л и ц а 2. Прогнозные показатели продуктивности свиней белорусской мясной породы

T a b l e 2. Prediction productivity indicators of Belarusian meat pigs

Показатель Index	Год Year			Эффект селекции Selection effect			
	2020	2025	2030	+/- 2025 к 2020	%	+/- 2030 к 2020	%
Многоплодие, гол	10,9	11,2	11,5	+0,3	2,8	+0,6	55,5
Возраст достижения живой массы 100 кг, дней	178	167	163	-11	6,2	-15	8,4
Среднесуточный прирост, г	820	860	900	+40	4,9	+80	9,8
Расход корма на 1 кг прироста, к. ед.	3,0	2,9	2,8	-0,1	3,3	-0,2	6,7
Толщина шпика, мм	20	18	16	-2	10,0	-4	20,0
Масса окорок, кг	11	11,2	11,5	+0,25	1,8	+0,5	4,5
Выход мяса в туше, %	63	64	65	+1	1,6	+3	4,8

Результаты табл. 1 свидетельствуют, что показатели многоплодия свиноматок материнских пород к 2025 и к 2030 гг. возрастут соответственно на 3,4 и 5,0 %, возраст достижения живой массы 100 кг снизится на 3,4–9,4 %, среднесуточный прирост возрастет соответственно на 1–2 %. Следует отметить, что прогнозные показатели продуктивных качеств свиней белорусских материнских пород к 2030 г. достигнут показателей породы йоркшир.

Белорусская мясная порода свиней широко используется в республиканской системе скрещивания и гибридизации в качестве отцовской и материнской форм. В настоящее время продолжается совершенствование мясных признаков животных этой породы путем использования генофонда породы ландрас датской и канадской селекции. В базовых хозяйствах получено новое поколение в белорусской мясной породе с прилитием крови животных улучшающих пород с продуктивностью: многоплодие – 11,5–11,6 кг, возраст достижения живой массы 100 кг – 172 дня, среднесуточный прирост – 810–820 г, расход корма на 1 кг прироста – 3,0–3,2 к. ед., толщина шпика – 25,0–27,0 мм, масса окорока – 11,0 кг, выход мяса в туше – 62,0–63,0 %.

К 2030 г. показатели продуктивности животных белорусской мясной породы приблизятся к показателям репродуктивных, откормочных и мясных качеств породы ландрас (табл. 2).

Разработанная перспективная система племенной работы в свиноводстве Республики Беларусь за счет ввода в действие инновационных объектов позволит полностью решить проблему получения как чистопородных, так и гибридных свиней в достаточном количестве для нужд промышленных комплексов, не уступающих лучшим зарубежным аналогам. Однако учитывая менталитет белорусского народа, а также специфические требования рынка, когда определенная часть населения предпочитает более жирную свинину и сало, возникает необходимость часть свинины производить от животных мясо-сального направления продуктивности (т. е. от отечественных пород).

На наш взгляд, на данном этапе наиболее целесообразно производить в республике 50–60 % мясной свинины и 40–50 % традиционной мясо-сальной. При этом будут удовлетворены потребности и населения и мясокомбинатов в шпике для производства высокоценных колбасных изделий.

Мясная свинина будет производиться в первую очередь в хозяйствах, входящих в новую систему (племзаводы первого порядка, их племрепродукторы и вновь построенные комплексы). При переходе на эту систему ведения свиноводства в республике за счет высокого генетического потенциала родительских форм в нуклеусах и использования научно обоснованных схем гибридизации к 2025 г. будет получено на промышленных комплексах Беларуси 4,5 млн голов конкурентоспособных гибридов с высокими откормочными и мясными качествами при сокращении затрат сухого корма до 2,7–2,8 кг на 1 кг прироста и среднесуточным приростом на откорме 900 г.

На период до 2030 г. в свиноводстве особое внимание должно быть уделено использованию ресурсосберегающих технологий и новейших научных разработок, оптимизации ресурсного потенциала отрасли. Приоритет должен быть отдан внедрению инновационных технологий и совершенствованию селекционной работы.

Оптимальное поголовье свиней в Беларуси согласно имеющимся технологическим, ресурсным и кормовым возможностям к 2030 г. может быть в пределах 3580–3600 тыс. гол. (табл. 3).

Т а б л и ц а 3. Прогнозные показатели развития свиноводства в Беларуси

Table 3. Prediction indicators of the pig breeding in Belarus

Год Year	Поголовье свиней, тыс. гол Pig population, thousand heads	Среднесуточный прирост, г Average daily gain, g	Продукция выращивания, тыс. т Cultivation products, thousand tons	Расход кормов на 1 ц прироста, ц к. ед. Feed consumption per 1 centner of gain, centner of feed units	Затраты труда на 1 ц продукции, чел. час Labor costs per 1 centner of production, person hour
2020 (факт)	2840,6	593,0	495,3	3,4	9,1
<i>Прогноз</i>					
2021	3100	620	540	3,2	9,0
2022	3200	650	560	3,1	8,8
2023	3300	670	570	3,0	8,5
2024	3400	700	580	2,9	7,8
2025	3550	720	600	2,8	7,3
2030	3600	730	620	2,75	7,0

При обеспечении нормативного кормления всех технологических групп свиней от рождения до сдачи на мясокомбинаты среднесуточные приросты на откорме возрастут на 18–20 % и составят 720–730 г при общей продукции выращивания 600–620 тыс. т. Расход кормов на 1 ц прироста при сбалансированном кормлении может сократиться до 2,75 ц к. ед., или на 19 %.

Производительность труда является важнейшим показателем технологического развития отраслей животноводства. За счет отработки и использования инновационных технологий затраты труда на 1 ц продукции сократятся с 9,1 до 7,0 чел. ч, или на 23 %.

Опыт селекционеров многих стран свидетельствует, что использование традиционных методов селекции по формированию оптимальной структуры породы не обеспечивает в должной степени необходимых темпов роста производства животноводческой продукции. В современных условиях повышение эффективности селекционно-племенной работы в свиноводстве основано на использовании генетических методов, включающих: индивидуальную оценку племенных особей по основным селекционируемым признакам, оценку генома каждого племенного животного, использование селекционных индексов, позволяющих выявить истинный генетический потенциал животных и прогнозировать продуктивные качества их потомства.

В наших исследованиях по результатам генетического тестирования животных исследуемых пород и их сочетаний выявлена генетическая структура различных генотипов по локусам генов RYR1, идентифицированы генотипы свиней: RYR1^{NN} – стрессустойчивые носители, гетерозиготная форма генотипа RYR1^{Nn} – стрессустойчивые скрытые носители, гомозиготная форма генотипа RYR1ⁿⁿ – стрессчувствительный ген (табл. 4).

Т а б л и ц а 4. Генетическая структура различных генотипов свиней по локусу гена RYR-1

Table 4. Genetic structure of different pig genotypes according to the RYR-1 gene locus

Сочетание генотипов ♀ × ♂ Combination of genotypes ♀ × ♂	Количество голов Number of heads	Частоты встречаемости генотипов Frequency of genotypes		
		NN	Nn	nn
<i>Контрольные группы</i>				
БКБ × БКБ	72	82	18	–
БМ × БМ	65	80	20	–
БКБ × БМ	68	80	20	–
<i>Опытные группы</i>				
Й × Й	70	76	24	–
Л × Л	75	72	27	–
Й × Л	62	74	26	–
Л × Й	48	73	27	–

Как показывают данные рис. 1 в генетической структуре оцениваемых генотипов по локусу генов RYR1 концентрация стрессоустойчивых носителей аллелей RYR1^{NN} достигает 0,780–0,910, стрессоустойчивых скрытых носителей RYR1^{Nn} – 0,090–0,220, а по стрессчувствительным генам RYR1ⁿⁿ – концентрация отсутствует, что указывает на отсутствие необходимости проведения у свиноматок пород йоркшир и ландрас в дальнейшем полномасштабной молекулярной генной диагностики стрессовой чувствительности. С целью исключения появления стрессчувствительных животных, достаточно проведения диагностики среди используемых и ремонтных хряков.

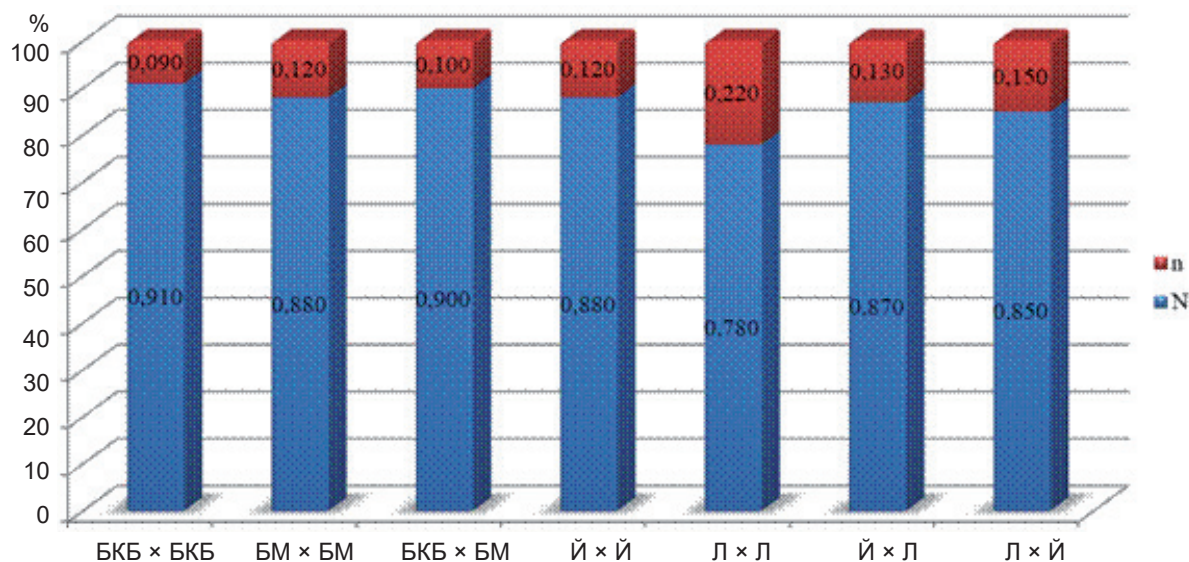


Рис. 1. Концентрация аллелей по локусу гена RYR-1

Fig. 1. Allele concentration according to the RYR-1 gene locus

По результатам исследований наиболее тесная ассоциация с репродуктивными признаками была установлена для гена эстрогенового рецептора ESR. Этот ген кодирует альфа-рецептор гормонов эстрогенов, которые участвуют в регуляции активности репродуктивной системы самок.

Выявленный полиморфизм гена ESR у животных контрольных и опытных групп представлен двумя аллелями А и В, и установлено наличие трех генотипов АА, АВ и ВВ (рис. 2).

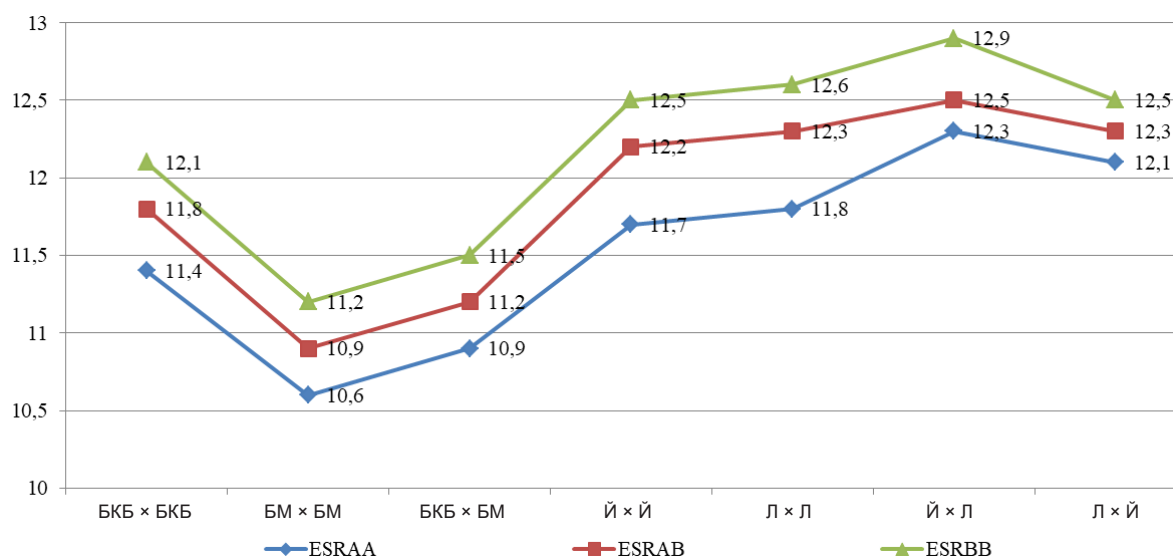


Рис. 2. Многоплодие у свиноматок различных сочетаний в зависимости от генотипа по гену ESR

Fig. 2. High fertility of different-combination sows depending on the genotype according to the ESR gene

Анализ рис. 2 показывает, что свиноматки контрольных и опытных групп всех породных сочетаний генотипа ESR^{BB} превосходили по многоплодию аналоги генотипа ESR^{AA} соответственно на 0,7 и 1,5 гол., или 6,1 и 13,3 % и на 0,6 и 1,2 гол., или 4,8 и 10,2 %. Разница по многоплодию по контрольным группам свиноматок генотипа ESR^{BB} и аналогов генотипа ESR^{AB} составила 0,3 и 1,2 гол., или 2,7 и 11,0 % в пользу животных генотипа ESR^{BB}, а по опытным свиноматкам соответствующих генотипов – 0,4 и 0,7 гол., или 3,2 и 5,7 %. Выявленные преимущества по многоплодию у животных с генотипами ESR^{BB} и ESR^{AB} позволяют выделить аллель ESR^{BB} как предпочтительный, а аллель ESR^{AB} – как желательный для дальнейшей селекции.

Аналогичная закономерность выявлена и по показателю массы гнезда при отъеме с учетом генотипа по гену ESR. Установлено (рис. 3), что масса гнезда при отъеме значительно выше у свиноматок контрольных и опытных групп с гомозиготным генотипом ESR^{BB}, свиноматки с гетерозиготным генотипом ESR^{AB} занимают промежуточное положение между гомозиготными аллелями. Особи свиноматок всех породных сочетаний с гомозиготным генотипом ESR^{BB} обладали превосходством по массе гнезда при отъеме над гомозиготами ESR^{AA} по контрольным группам на 7,4–19,5 кг, или 7,1 и 21,0 %, а по опытным на 5,7–15,4 кг, или 5,0 и 14,7 %. По гетерозиготным генотипам превосходство составило соответственно 6,1–18,3 кг, или 5,7 и 19,5 % и 2,8 и 13,5 кг, или 2,4 и 12,6 %.

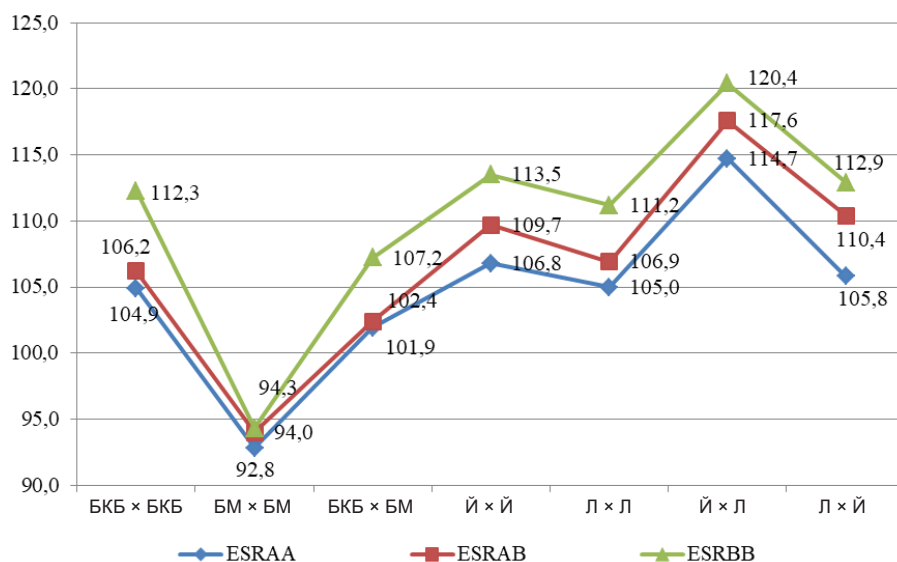


Рис. 3. Масса гнезда при отъеме у свиноматок различных сочетаний в зависимости от генотипа по гену ESR

Fig. 3. Weaning weigh-crush of different-combination sows depending on the genotype according to the ESR gene

Следовательно, проведение селекции, направленной на разведение животных с предпочтительными генотипами, позволит до 13,3 % увеличить многоплодие маток и до 23,9 % – массу гнезда при отъеме. В связи с этим большой интерес представляет изучение полиморфизма гена ESR. Использование информации на основе ДНК (селекция с помощью маркеров) в сочетании с традиционными методами отбора позволяют существенно ускорить темпы селекции признаков, характеризующих репродуктивные качества свиней.

В селекционном процессе очень важно определить ДНК-маркер, по полиморфизму которого можно судить о показателях откормочных и мясных качеств молодняка свиней. В своих исследованиях мы изучали показатели среднесуточного прироста, затрат корма на прирост, толщину шпика над 6–7 грудными позвонками и массой задней трети полутуши молодняка различных сочетаний в зависимости от генотипа H-FABP и выявили положительную ассоциацию с рядом признаков (табл. 5).

По результатам исследований установлено положительное влияние генотипов H-FABP^{hh} и H-FABP^{dd} на улучшение всех оцениваемых признаков по группам контрольных и опытных жи-

Т а б л и ц а 5. Показатели откормочных и мясных качеств молодняка и различных сочетаний в зависимости от генотипа H-FABP

T a b l e 5. Indicators of fattening and meat qualities of young pigs and different combinations depending on the H-FABP genotype

Сочетание генотипов ♀ × ♂ Combination of genotypes ♀ × ♂	Генотип Genotype			
	H-FABP ^{HH}	H-FABP ^{dd}	H-FABP ^{hh}	H-FABP ^{Dd}
<i>Среднесуточный прирост, г / Затраты корма на прирост, к. ед.</i>				
БКБ × БКБ	735 / 3,20	732 / 3,19	708 / 3,44	716 / 3,39
БМ × БМ	748 / 3,06	752 / 3,02	718 / 3,18	717 / 3,29
БКБ × БМ	769 / 3,00	758 / 3,04	740 / 3,14	748 / 3,12
Й × Й	798 / 2,88	789 / 2,90	760 / 2,99	756 / 3,00
Л × Л	779 / 2,86	782 / 2,89	748 / 3,04	750 / 3,00
Й × Л	812 / 2,82	804 / 2,90	780 / 2,98	784 / 2,92
Л × Й	804 / 2,88	807 / 2,85	775 / 3,02	780 / 3,00
<i>Толщина шпика над 6–7 грудными позвонками, мм / Масса задней трети полутуши, кг</i>				
БКБ × БКБ	24,2 / 11,3	24,0 / 11,5	26,4 / 10,6	26,3 / 10,5
БМ × БМ	17,8 / 11,6	17,6 / 11,6	19,0 / 11,2	19,2 / 11,3
БКБ × БМ	19,2 / 11,4	19,4 / 11,3	22,3 / 11,0	20,6 / 10,9
Й × Й	12,2 / 11,9	12,8 / 11,8	14,2 / 11,8	14,8 / 11,7
Л × Л	11,8 / 12,4	11,7 / 12,3	13,3 / 11,9	13,1 / 11,8
Й × Л	12,8 / 12,2	12,3 / 12,1	13,9 / 11,7	13,8 / 11,8
Л × Й	12,6 / 12,4	12,5 / 12,3	14,0 / 11,6	13,9 / 11,9

вотных. Проведение селекции свиней с учетом изученной ассоциации позволяет значительно улучшить откормочные качества свиней по сравнению с аналогами генотипов H-FABP^{hh} и H-FABP^{Dd}.

Так, среднесуточный прирост откормочного молодняка контрольных групп генотипа H-FABP^{hh} колебался в пределах 735–769 г, а по группам опытного молодняка – 779–812 г, что соответственно выше по сравнению с молодняком контрольных и опытных групп генотипа H-FABP^{hh} на 29–61 г, или 3,9–8,6 % и 32–64 г, или 4,1–8,5 %, а по сравнению с аналогами генотипа H-FABP^{Dd} преимущество составило по контрольным группам 21–53 г, или 2,8–7,4 %, по опытным – 28–62 г, или 3,6–8,3 %. Затраты корма на прирост по контрольным группам генотипов H-FABP^{hh} и H-FABP^{dd} снижены по сравнению с аналогами генотипа H-FABP^{hh} на 3,5–12,8 % и H-FABP^{Dd} – на 3,8–11,5 %, а по отношению к сверстникам опытных групп генотипа H-FABP^{hh} соответственно на 3,4–7,2 %, генотипа H-FABP^{Dd} – на 3,4–6,0 %.

Аналогичная закономерность выявлена и по мясным качествам контрольного и опытного молодняка с положительным влиянием на селекционируемые признаки генотипов H-FABP^{hh} и H-FABP^{dd}, обеспечивающих в среднем снижение толщины шпика от 4,3 до 10,5 %, массы окорока – от 2,7 до 10,8 %.

Таким образом, в результате проведенных исследований изучен полиморфизм генов RYR-1, ESR и H-FABP у селекционируемых пород свиней в Беларуси и их сочетаний, ассоциированных с чувствительностью к стрессам, а также репродуктивными, откормочными и мясными качествами.

В гене RYR-1 диагностировано два аллеля: RYR^N – без мутации и RYRⁿ – с точечной мутацией. Идентифицированы генотипы свиней: RYR^{NN} – стрессустойчивые носители, гетерозиготная форма генотипа RYR^{Nn} – стрессустойчивые скрытые носители, гомозиготная форма генотипа RYRⁿⁿ – стрессчувствительный ген.

В гене ESR диагностированы аллели ESR^A и ESR^B, отвечающие за репродуктивные, откормочные и мясные качества, и установлено наличие трех генотипов AA, AB и BB.

По гену H-FABP^{hh} выявлена закономерность улучшения откормочных и мясных качеств генотипов H-FABP^{HH} и H-FABP^{dd}.

На основе выявленных закономерностей взаимосвязи полиморфизма генов RYR-1, ESR и H-FABP с продуктивными признаками свиней предложены генетические маркеры для селекции свиней на повышение показателей репродуктивных, откормочных и мясных качеств. Использование данных маркеров в селекции позволит проводить ДНК-тестирование племенных животных и ремонтного молодняка в раннем возрасте независимо от пола.

Из изложенного материала можно заключить, что уровень технологического развития животноводства зависит, в конечном счете, от уровня инвестиций в производство. Инвестиции и инновационные программы, направленные непосредственно на обеспечение жизнедеятельности животных (кормление, выращивание ремонтного молодняка, племенная работа, ветеринарное обслуживание и т. д.), обеспечивают рост их продуктивности.

На период до 2030 г. в свиноводстве особое внимание должно быть уделено использованию ресурсосберегающих технологий и новейших научных разработок, оптимизации ресурсного потенциала отрасли. Приоритет должен быть отдан внедрению инновационных технологий и совершенствованию селекционно-племенной работы.

Уровень технологического развития животноводства зависит, в конечном счете, от уровня инвестиций в производство. Инвестиции и инновационные программы, направленные непосредственно на обеспечение жизнедеятельности животных (кормление, выращивание ремонтного молодняка, племенная работа, ветеринарное обслуживание и т. д.), обеспечивают рост их продуктивности.

Инвестиции в механизацию и автоматизацию технологических процессов, организацию производства, профобразование и т. д. способствуют снижению затрат труда на производство продукции. Чем выше продуктивность животных и ниже прямые затраты труда на производство продукции, тем выше уровень технологического развития животноводства.

Оценивая уровень технологического развития свиноводства в Беларуси на период до 2030 г. мы рассчитали индексы на все прогнозируемые годы (2020–2030 гг.). В расчетные показатели индекса ($I_{\text{утр.с}}$) взяли среднесуточные приросты по годам прогноза и затраты труда на 1 ц прироста продукции на откорме и выращивании. Индекс уровня технологического развития производства свинины рассчитывали по формуле

$$I_{\text{утр.с}} = \frac{P_{\text{pc}}}{T_{\text{с}}},$$

где P_{pc} – среднесуточные приросты свиней на откорме и выращивании; $T_{\text{с}}$ – прямые затраты труда на производство 1 ц продукции выращивания и откорма свиней, чел-ч.

На основании анализа, обобщения и группировки соответствующей информации о работе свиноводческих предприятий республики было установлено, что индекс уровня технологического развития свиноводства ($I_{\text{утр.с}}$) до 60 соответствует низкому, от 61 до 70 – среднему, от 71 до 80 – умеренно высокому, от 81 до 90 – высокому и свыше 91 – интенсивному уровню технологического развития отрасли (табл. 6).

Т а б л и ц а 6. Прогнозный уровень технического развития свиноводства в Беларуси

Table 6. Forecast of the technological development level of pig breeding in Belarus

Год Year	Прогноз уровня технологического развития отрасли Forecast of the technological development level	
	Индекс развития отрасли Branch development index	Уровень технологического развития Technological development level
2020 (факт)	64,1	Средний
<i>Прогноз</i>		
2021	68,9	Средний
2022	71,6	Умеренно-высокий
2023	76,5	Умеренно-высокий
2024	81,7	Высокий
2025	92,0	Интенсивный
2030	95,9	Интенсивный

Существующий уровень технологического развития отрасли свиноводства в Беларуси оценивается как средний. В 2020–2021 гг. будет осуществлен переход свиноводства на умеренно-высокий, в 2022–2023 гг. – на высокий, а с 2024–2025 гг. – на интенсивный уровень технологического развития.

Заключение. Разработанные нами оценочные уровни технологического развития свиноводства вписываются в рамки технологических укладов и соответствуют им. Анализ современного состояния и прогноз развития этой отрасли показал, что в целом по сельскохозяйственным организациям Беларуси свиноводство по уровню технологического развития к 2025–2030 гг. достигнет 5-го технологического уклада и будет соответствовать высокому европейскому уровню.

Преимущество свиней белорусских пород над импортными аналогами заключается в высоком качестве свинины, крепости конституции и сохранности поросят. Проводимая РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству» научная и практическая работа служит повышению эффективности отрасли животноводства и конкурентоспособности производимой в республике животноводческой продукции.

Список использованных источников

1. Развитие бизнеса в аграрном секторе экономики Республики Беларусь / под ред. В. Г. Гусакова. – Минск, 2017. – 251 с.
2. Продовольственная безопасность Республики Беларусь. Мониторинг-2016: социально-экономические аспекты / В. Г. Гусаков [и др.]. – Минск, 2017. – 210 с.
3. Влияние хряков некоторых импортных пород на мясную продуктивность гибридного молодняка / Л. А. Федоренкова [и др.] // Зоотехническая наука Беларуси. – Жодино, 2005. – Т. 40. – С. 128–132.
4. Шейко, И. П. Пути развития свиноводства в Республике Беларусь / И. П. Шейко // Совершенствования существующих и создание новых генотипов и технологий содержания свиней. – Жодино, 1995. – С. 3–4.
5. Шейко, И. П. Новая мясная порода свиней в Беларуси / И. П. Шейко, Л. А. Федоренкова, Р. И. Шейко // Актуальные проблемы интенсификации производства продукции животноводства. – Минск, 1999. – С. 22–25.
6. Шейко, И. П. Эффект гетерозиса будет гарантирован / И. П. Шейко // Свиноводство. – 1993. – № 1. – С. 14–18.
7. Горобец, В. О. Продуктивность гибридных свиней в зависимости от сочетаемости родительских пород / В. О. Горобец // Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства. – Горки, 2015. – С. 297–302.
8. Эффективность применения новых вариантов породно-линейных гибридов свиней / И. П. Шейко [и др.] // Зоотехническая наука Беларуси. – Жодино, 2019. – Т. 54, ч. 1. – С. 164–170.
9. Бальников, А. А. Сравнительная оценка селекционно-генетических параметров свиноматок-первоопоросок различных генотипов / А. А. Бальников // Зоотехническая наука Беларуси. – Жодино, 2014. – Т. 49, ч. 1. – С. 8–16.
10. Шейко, И. П. Продуктивность чистопородных и помесных маток при скрещивании с хряками специализированных мясных пород / И. П. Шейко, А. Ф. Мельников // Перспективы развития свиноводства. – Гродно, 2003. – С. 30–32.
11. Создание высокопродуктивных заводских линий в белорусском заводском типе свиней породы йоркшир / Е. С. Гридюшко [и др.] // Гл. зоотехник. – 2019. – № 12. – С. 38–50.
12. Шейко, Р. И. Теоретические и практические приемы и методы в селекции свиней, обеспечивающие высокий эффект гетерозиса в системах гибридизации. – Жодино, 2011. – 44 с.
13. ДНК-технологии в животноводстве / Н. В. Михайлов [и др.] // Актуальные проблемы развития биотехнологий. – Екатеринбург, 2013. – С. 147–148.
14. ДНК-технологии в селекции свиней / Г. М. Гончаренко [и др.] // Современные проблемы интенсификации производства свинины в странах СНГ. – Ульяновск, 2010. – Т. 2. – С. 98–105.

References

1. Gusakov V. G., ed. *Business development in the agricultural sector of the economy of the Republic of Belarus*. Minsk, 2017. 251 p. (in Russian).
2. Gusakov V. G., Shpak A. P., Lomakina A. L., Poleshchuk I. V., Kireenko N. V., Kondratenko S. A. [et al.]. *Food security of the Republic of Belarus. Monitoring 2016: socio-economic aspects*. Minsk, 2017. 210 p. (in Russian).
3. Fedorenkova L. A., Sheyko R. I., Podskriobkin N. V., Melnikov A. F. The influence of foreign boars on meat productivity of hybrids. *Zootekhnicheskaya nauka Belarusi* [Zootechnical science of Belarus]. Zhodino, 2005, vol. 40, pp. 128–132 (in Russian).
4. Sheyko I. P. Ways of developing pig farming in the Republic of Belarus. *Sovershenstvovaniya sushchestvuyushchikh i sozdanie novykh genotipov i tekhnologii soderzhaniya svinei* [Improving the existing genotypes and creating new ones and pig keeping technologies]. Zhodino, 1995, pp. 3–4 (in Russian).
5. Sheyko I. P., Fedorenkova L. A., Sheyko R. I. New meat pigs in Belarus. *Aktual'nye problemy intensifikatsii proizvodstva produktov zhivotnovodstva* [Actual problems of intensifying the production of livestock products]. Zhodino, 1999, pp. 22–25 (in Russian).

6. Sheiko I. P. The heterosis effect will be guaranteed. *Svinovodstvo = Pig Breeding*, 1993, no. 1, pp. 14–18 (in Russian).
7. Gorobets V. O. Productivity of hybrid pigs depending on parent breed compatibility. *Aktual'nye problemy intensivnogo razvitiya zhivotnovodstva* [Actual problems of the intensive development of animal husbandry]. Gorki, 2015, pp. 297–302 (in Russian).
8. Sheyko I. P., Sheyko R. I., Timoshenko T. N., Zayats V. N., Pristupa N. V., Yanovich Y. A., Anikhovskaya I. V., Tsaruk N. V., Kapshevich E. A. Efficiency of new variants of breed and linear hybrids of pigs. *Zootekhnikeskaya nauka Belarusi* [Zootechnical science of Belarus]. Zhodino, 2019, vol. 57, pt. 1, pp. 164–170 (in Russian).
9. Bal'nikov A. A. Comparative evaluation of breeding and genetic parameters of first farrowing sows of different genotypes. *Zootekhnikeskaya nauka Belarusi* [Zootechnical science of Belarus]. Zhodino, 2014, vol. 49, pt. 1, pp. 8–16 (in Russian).
10. Sheiko I. P., Mel'nikov A. F. The productivity of purebred and crossbred sows when breeding with boars of specialized meat breeds. *Perspektivy razvitiya svinovodstva* [Prospects for the development of pig breeding]. Grodno, 2003, pp. 30–32 (in Russian).
11. Gridyushko E. S., Kostomakhin N. M., Gridyushko I. F., Balnikov A. A., Kazutova Yu. S. Breeding of highly productive stud lines in belarusian stud type pigs of yorkshire breed. *Glavnyi zootehnik* [Chief Livestock Officer], 2019, no. 12, pp. 38–50 (in Russian).
12. Sheyko R. I. *Theoretical and practical techniques and methods in pig breeding, providing a high effect of heterosis in hybridization systems*. Zhodino, 2011. 44 p. (in Russian).
13. Mikhailov N. V., Kolosov Yu. A., Getmantseva L. V., Shirokova N. V. DNA technologies in animal husbandry. *Aktual'nye problemy razvitiya biotekhnologii* [Actual problems of biotechnology development]. Yekaterinburg, 2013, pp. 147–148 (in Russian).
14. Goncharenko G. M., Bekenev V. A., Akulich E. G., Grishina N. B., Goryacheva T. S., Kononenko E. V., Frolova V. I. DNA technologies in pig breeding. *Sovremennye problemy intensivifikatsii proizvodstva svininy v stranakh SNG* [Modern problems of intensification of pork production in the CIS countries]. Ulyanovsk, 2010, vol. 2, pp. 98–105 (in Russian).

Информация об авторах

Шейко Иван Павлович – академик, д-р с.-х. наук, профессор, первый заместитель генерального директора. НПЦ НАН Беларуси по животноводству (ул. Фрунзе, 11, 222160, Жодино, Республика Беларусь). E-mail: belniig@tut.by.

Тимошенко Татьяна Николаевна – канд. с.-х. наук, доцент, гл. науч. сотрудник. НПЦ НАН Беларуси по животноводству (ул. Фрунзе, 11, 222160, Жодино, Республика Беларусь). E-mail: nice.marina.78@mail.ru.

Приступа Наталья Владимировна – канд. с.-х. наук, вед. науч. сотрудник. НПЦ НАН Беларуси по животноводству (ул. Фрунзе, 11, 222160, Жодино, Республика Беларусь). E-mail: natali.pristupa.77@mail.ru.

Янович Елена Анатольевна – канд. с.-х. наук, вед. науч. сотрудник. НПЦ НАН Беларуси по животноводству (ул. Фрунзе, 11, 222160, Жодино, Республика Беларусь). E-mail: yanovichhelena@mail.ru.

Заяц Владимир Николаевич – канд. с.-х. наук, вед. науч. сотрудник. НПЦ НАН Беларуси по животноводству (ул. Фрунзе, 11, 222160, Жодино, Республика Беларусь). E-mail: wowa4006@mail.ru.

Шейко Руслан Иванович – член-корреспондент, д-р с.-х. наук, доцент, директор. Институт генетики и цитологии НАН Беларуси (ул. Академическая, 27, 220072, Минск, Республика Беларусь). E-mail: R.I.Sheyko@igc.by.

Казаровец Ирина Николаевна – НПЦ НАН Беларуси по животноводству (ул. Фрунзе, 11, 222160, Жодино, Республика Беларусь).

Бурнос Антон Чеславович – кандидат с.-х. наук, вед. науч. сотрудник. НПЦ НАН Беларуси по животноводству (ул. Фрунзе, 11, 222160, Жодино, Республика Беларусь). E-mail: burnos-1987@mail.ru.

Коско Иван Сергеевич – науч. сотрудник. НПЦ НАН Беларуси по животноводству (ул. Фрунзе, 11, 222160, Жодино, Республика Беларусь). E-mail: kosko5121989@mail.ru.

Information about the authors

Sheyko Ivan P. – Academician, D. Sc. (Agrarian), Professor, First Deputy General Director. Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus for Animal Husbandry (11, Frunze Str., 222160, Zhodino, Republic of Belarus). E-mail: belniig@tut.by.

Timoshenko Tatyana N. – Ph. D. (Agrarian), Associate professor, Chief researcher. Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus for Animal Husbandry (11, Frunze Str., 222160, Zhodino, Republic of Belarus). E-mail: nice.marina.78@mail.ru.

Pristupa Natalya V. – Ph. D. (Agrarian), Leading researcher. Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus for Animal Husbandry (11, Frunze Str., 222160, Zhodino, Republic of Belarus). E-mail: natali.pristupa.77@mail.ru.

Yanovich Elena A. – Ph. D. (Agrarian), Leading researcher. Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus for Animal Husbandry (11, Frunze Str., 222160, Zhodino, Republic of Belarus). E-mail: yanovichhelena@mail.ru.

Zayats Vladimir N. – Ph. D. (Agrarian), Leading researcher. Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus for Animal Husbandry (11, Frunze Str., 222160, Zhodino, Republic of Belarus). E-mail: wowa4006@mail.ru.

Sheyko Ruslan I. – Corresponding Member, D. Sc. (Agrarian), Associate Professor, Director. Institute of Genetics and Cytology of the National Academy of Sciences of Belarus (27, Akademicheskaya Str., 220072, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: R.I.Sheyko@igc.by.

Kazarovets Irina N. – Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus for Animal Husbandry (11, Frunze Str., 222160, Zhodino, Republic of Belarus).

Burnos Anton C. – Ph. D. (Agrarian). Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus for Animal Husbandry (11, Frunze Str., 222160, Zhodino, Republic of Belarus). E-mail: burnos-1987@mail.ru.

Kosko Ivan S. – Researcher. Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus for Animal Husbandry (11, Frunze Str., 222160, Zhodino, Republic of Belarus). E-mail: kosko5121989@mail.ru.