

УДК 636.4.082.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГЕНОВ-МАРКЕРОВ EPOR, MUC4 И IGF-2 ПРИ ПОВЫШЕНИИ ПРОДУКТИВНЫХ КАЧЕСТВ СВИНЕЙ ПОРОД БЕЛОРУССКОЙ СЕЛЕКЦИИ

Дойлидов В. А., Каспирович Д. А.

УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины»,
г. Витебск, Республика Беларусь

Лобан Н. А.

РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по животноводству»,

г. Жодино, Республика Беларусь

Быкова М. И., Михайлова Т. И.

РСУП «СГЦ Заднепровский»,

Оршанский район, Витебская область, Республика Беларусь

Использование желательных аллелей позволяет повысить репродуктивные качества свиноматок, в частности, количество живых поросят при рождении (EPOR^{TT}), сохранность поросят за подсосный период (MUC4^{CC}), мясные качества свиней (IGF-2^{QQ}), что в свою очередь позволяет получить дополнительный доход при реализации молодняка.

Use desirable alleles allows to raise the reproductive quality of the sows, in particular, amount alive piglets at birth (EPOR^{TT}), safety piglets (MUC4^{CC}), meat quality pig (IGF-2^{QQ}) that in turn allows to get the additional income at realization of the saplings.

Введение. В настоящее время в свиноводстве достаточно широко используются методы молекулярной генной диагностики животных, базирующиеся непосредственно на анализе ДНК. Возможность проведения ДНК-диагностики признаков продуктивности непосредственно на уровне генотипа означает, что селекционная оценка может применяться в раннем возрасте без учета изменчивости признаков, обусловленных внешней средой, что дает преимущество перед традиционной селекцией [5].

В качестве генетических маркеров признаков продуктивности свиней, представляющих практический интерес, нами были изучены: ген эритропоэтинового рецептора (EPOR), ген-рецептор MUC4 и ген инсулиноподобного фактора роста (IGF-2).

В 1906 году французские ученые Carnot и De Flandre первыми высказали предположение о возможном существовании в организме гормонального фактора, контролирующего эритропоэз, и назвали его эритропоэтином (ЕРО) [3].

Во многих экспериментальных исследованиях было доказано, что ЕРО является мультифункциональным трофическим фактором, а также промотором пролиферации эндотелиальных клеток, эмбриональных стволовых клеток печени и гладкой мускулатуры [8].

В гене EPOR выявлен полиморфизм, причиной которого является точковая мутация (С против Т). Согласно исследованиям ученых лаборатории молекулярной генетики ВИЖ (Зиновьева Н. А., Банникова А. Д.) наличие аллеля EPOR^T в гене EPOR ассоциативно связано с увеличением внутриутробной вместимости у свиноматок и оказывает, соответственно, влияние на выживаемость эмбрионов. У исследованных свиноматок размер гнезда был достоверно связан с генотипом EPOR. Эти результаты указывают на связь гена EPOR с размером гнезда, что может быть использовано для повышения многоплодия свиноматок.

В качестве генетического маркера, который обуславливает предрасположенность свиней к такому заболеванию как колибактериоз, рассматривается ген-рецептор ECR F4 (MUC4), находящийся на 13 хромосоме.

С развитием промышленного свиноводства колибактериоз стал представлять проблему для свиноводческих комплексов. Широкое распространение болезни обусловлено высокой концентрацией животных на ограниченной территории, невыполнением ветеринарно-санитарных норм, отсутствием эффективных мер борьбы [1].

В определении патогенности энтеротоксигенных штаммов E. coli ключевую роль отводят наличию адгезинов или пили-антигенов. Наиболее часто неонатальную колидиарею поросят вызывают E. coli, обладающие способностью продуцировать энтеротоксины и синтезирующие антигены адгезии K88 (F4) [2].

В гене MUC4 выявлен полиморфизм, причиной которого является точковая мутация С → G. Поросята, имеющие генотип GG и CG, являются восприимчивыми к колибактериозу, CC – устойчивыми. Устойчивость животных обуславливается невозможностью прикрепления микроорганизмов, несущих антигены адгезии K88 (F4), к слизистой оболочке кишечника.

В последние десятилетия выраженной тенденцией в развитии свиноводства как зарубежных стран, России, так и Республики Беларусь является селекция на получение быстрорастущих животных с повышенным содержанием в тушах постного мяса. [7].

В тоже время, селекция свиней на повышение скорости роста и мясности туш, ведущаяся традиционными методами, затруднена вследствие относительно высокой вариабельности признаков. Практика показывает, что за последнее десятилетие удалось увеличить среднесуточные приросты животных на откорме всего лишь на 22-50 г, массу задней трети полутуши на 0,3-0,5 кг, площадь «мышечного глазка» на 1,2-2,2 см² [6].

Реализации максимального генетического прогресса препятствует и отсутствие более совершенных методов оценки комбинационной способности пород свиней, а также адекватной оценки отдельных

племенных животных на уровне генома, с исключением из селекционного процесса животных с генными мутациями, приводящими к снижению продуктивности [7].

На сегодняшний день выявлен ряд генов – потенциальных маркеров мясных и откормочных качеств свиней: POU1F1, IGF-2 и MС4R и др. Одним из наиболее перспективных из них является ген инсулиноподобного фактора роста 2 – IGF2. Мутация в данном гене q – Q существенно влияет на скорость роста и отложение мышечной ткани у свиней. Было также установлено, что ген IGF2 характеризуется патернальным действием на продуктивность. Это означает, что у потомства проявляется действие только того аллеля, который был получен от отца [4].

Целью наших исследований явилась оценка эффективности ведения отбора свиней белорусской крупной белой и белорусской мясной пород по различным аллелям генов-маркеров EPOR, MUC4 и IGF-2.

Для осуществления этой цели поставлены следующие задачи:

1. Установить вариабельности продуктивных признаков у свиней в зависимости от полиморфизма генов EPOR, MUC4 и IGF-2.

2. Определить экономический эффект при использовании животных разных генотипов по генам EPOR, MUC4 и IGF-2.

3. Выявить и рекомендовать отдельные аллели генов-маркеров EPOR, MUC 4 и IGF-2, как желательные при проведении отбора и подбора с целью повышения продуктивных качеств свиней белорусской селекции.

Материал и методы. Исследования проводились в условиях селекционно-гибридного центра «Заднепровский» Оршанского района и племенного завода «Порплище» Докшицкого района Витебской области.

Биопробы отбирали из ушной раковины свиней исследуемых пород с помощью щипцов для мечения, консервировали в 100 % спирте и передавали в лабораторию молекулярной генетики (ВИЖ, Россия). Из образцов в лаборатории проводилось выделение ДНК для последующего анализа полиморфизма генов EPOR, MUC4 и IGF-2 методом ПЦР-ПДРФ.

Для выявления ассоциативных связей генотипов с продуктивностью свиней была учтена динамика следующих показателей:

1. Многоплодие свиноматок и сохранность поросят-сосунов – по генам EPOR и MUC4;

2. Откормочные и мясные качества молодняка свиней – по гену IGF-2.

По результатам исследований была рассчитана экономическая эффективность использования различных генотипов для повышения продуктивных качеств свиней в разрезе каждой полиморфной группы исследуемых генов, а также по мере возрастания концентрации отдельных аллелей в геноме животных.

Расчет велся в сопоставимых ценах на 01.05.2009 г. Стоимость комбикорма марки СК-26, применяемого в период откорма, составила 660,0 тыс. руб. за 1 тонну. Расчетная стоимость 1 кг живой массы реализуемого молодняка после откорма: I категория – 4633 руб., II категория – 4480 руб., III категория – 3930 руб. Обменный курс у. е. – 2800 руб.

Результаты исследований. Свиноматки белорусской мясной породы, несущие в своем генотипе только желательный аллель EPOR^T, достоверно ($P < 0,01$) превосходили свиноматок с генотипом EPOR^{CC} по количеству живых поросят при рождении на 1,3 головы, а среди генотипов EPOR^{CT} и EPOR^{CC} разница составила 1 голову ($P < 0,01$). Сохранность молодняка к отъему была выше на 2,9 процентных пункта по сравнению с генотипом EPOR^{CC}. Положительная динамика анализируемых показателей наблюдалась и среди свиноматок с гетерозиготным генотипом EPOR^{CT}.

Было установлено, что гетерозиготные свиноматки белорусской крупной белой породы (EPOR^{CT}) имели большее количество живых поросят при рождении – на 0,6 головы в сравнении с генотипом EPOR^{CC}. При этом сохранность поросят к отъему у гетерозиготных свиноматок была выше на 2,5 п. п.

При анализе сохранности поросят, полученных от контрольных спариваний маток и хряков в различных вариантах сочетаний генотипов было выявлено, что сочетание различных генотипов отцов и матерей оказывает влияние на сохранность поросят к отъему.

В среднем по белорусской крупной белой породе сохранность поросят к отъему при сочетании генотипов родителей MUC4^{CC} x MUC4^{CC} была достоверно выше на 15,2 п.п. ($P < 0,01$), чем при сочетании родительских генотипов MUC4^{GG} x MUC4^{CG}. В целом же, любое повышение концентрации аллеля MUC4^G в генотипах родительских форм вызывает достоверное снижение сохранности поросят за подсосный период, по сравнению с сочетанием MUC4^{CC} x MUC4^{CC}.

Результаты проведенных исследований мясной и откормочной продуктивности молодняка белорусской крупной белой и белорусской мясной пород в РСУП СГЦ «Заднепровский» в зависимости от генотипа отцов по гену IGF-2 полностью подтвердили закономерности, выявленные российскими авторами [4].

Откормочный молодняк свиней белорусской крупной белой породы, полученный от хряков с генотипом IGF-2^{QQ} достоверно превосходил потомков хряков с генотипом IGF-2^{Qq}: по возрасту достижения живой массы 100 кг – на 5,5 дней ($P < 0,01$); среднесуточному приросту живой массы – на 23,9 г; массе задней трети полутуши – на 0,2 кг ($P < 0,05$); площади «мышечного глазка» – на 1 см² ($P < 0,05$).

Результаты оценки молодняка белорусской мясной породы, в зависимости от генотипа отцов по гену IGF-2, показали устойчивую положительную тенденцию роста откормочных и мясных качеств свиней, отцы которых имели генотип IGF-2^{QQ}. Было отмечено достоверное ($P < 0,001$) сокращение возраста достижения 100 кг живой массы на 6,2 дня; среднесуточный прирост достоверно ($P < 0,01$) был выше на 52,1 г. Было выявлено достоверное увеличение массы задней трети полутуши – на 0,2 кг ($P < 0,05$); площади «мышечного глазка» – на 2,1 см² ($P < 0,01$).

Выявление характера полиморфизма генов-маркеров с последующим выделением желательных генотипов, как дополнительный метод к классической стратегии селекционного процесса, позволит, при

незначительных затратах на проведение ДНК-тестирования, повысить не только эффективность ведения селекционной работы, но и экономическую эффективность ведения отрасли свиноводства в целом.

Экономическая эффективность применения ДНК-тестирования на для определения характера полиморфизма гена-маркера EPOR для повышения репродуктивных функций свиноматок представлена в табл. 1.

Таблица 1 – Показатели эффективности использования гена EPOR в качестве маркера многоплодия свиноматок белорусской мясной и белорусской крупной белой пород

| Показатели | Генотипы – БМП | | | | Генотипы – БКБП | |
|--|--------------------|--------------------|--------------------|--|--------------------|--------------------|
| | EPOR ^{CC} | EPOR ^{CT} | EPOR ^{TT} | EPOR ^{TT} + EPOR ^{CT} | EPOR ^{CC} | EPOR ^{CT} |
| Многоплодие, гол. | 11,1 | 12,1 | 12,4 | 12,2 | 10,8 | 11,4 |
| Поросят к отъему с учетом сохранности, гол. | 9,4 | 10,0 | 10,1 | 10,05 | 8,5 | 9,1 |
| Среднегодовое количество опоросов на одну свиноматку | 2,2 | 2,2 | 2,2 | 2,2 | 2,2 | 2,2 |
| Выход поросят на 1 свиноматку в год, гол. | 20,6 | 22,0 | 22,2 | 22,1 | 18,7 | 20,0 |
| Количество молодняка, реализуемого на 100 свиноматок в год с учетом отхода, гол. | 1936,4 | 2068,0 | 2086,8 | 2077,4 | 1757,8 | 1880,0 |
| Живая масса 1 гол. молодняка при реализации, кг | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 |
| Получено живой массы молодняка на 100 свиноматок в год, кг: | | | | | | |
| в т.ч. I категории | 213004,0 | 227480,0 | 229548,0 | 228514,0 | 193358,0 | 206800,0 |
| II категории | 191703,6 | 204732,0 | 206593,2 | 205662,6 | 145018,5 | 155100,0 |
| | 21300,4 | 22748,0 | 22954,8 | 22851,4 | 48339,5 | 51700,0 |
| Выручка от реализации молодняка на 100 свиноматок в год, тыс. руб. | | | | | | |
| в т.ч. за I категорию | 983588,6 | 1050434,4 | 1059983,8 | 1055209,1 | 888431,6 | 950194,3 |
| за II категорию | 888162,8 | 948523,4 | 957146,3 | 952834,8 | 671870,7 | 718578,3 |
| | 95425,8 | 101911,0 | 102837,5 | 102374,3 | 216560,9 | 231616 |
| Дополнительный доход от реализации молодняка, тыс. руб. | - | 66845,8 | 76395,2 | 71620,5 | - | 61762,7 |
| у. е. | - | 23873,5 | 27284,0 | 25578,7 | - | 22058,1 |

Так, на 1 свиноматку белорусской мясной породы с предпочтительным генотипом (EPOR^{TT}) с учетом количества опоросов в год (2,2) и технологической сохранности молодняка за периоды доращивания и откорма (94 %) было получено на 150,4 головы больше в сравнении с генотипом EPOR^{CC}. Соответственно увеличилась выручка после реализации откормочного поголовья, с учетом категорийности туш. В расчете на 100 свиноматок дополнительный доход составил 27284,0 у. е. По гетерозиготному генотипу дополнительный доход составил 23873,5 у. е. Поскольку зачастую ограничения в величине селекционного ядра, в дороговизне получения племенных животных и др., не позволяют использовать лишь желательные генотипы, практический интерес представляет одновременное использование, наряду с генотипами EPOR^{TT}, гетерозиготных генотипов EPOR^{CT}. В нашем случае после реализации откормочного молодняка одновременно от 100 маток EPOR^{TT} и EPOR^{CT} дополнительный доход в сравнении с генотипом EPOR^{CC} составил 25578,7 у. е.

Несмотря на отсутствие желательного гомозиготного генотипа среди маток белорусской крупной белой породы, были выявлены аналогичные закономерности между генотипами EPOR^{CT} и EPOR^{CC}, согласующиеся с полученными результатами анализа по белорусской мясной породе. Наличие аллеля EPOR^T в гетерозиготном генотипе маток позволяет получить на 100 маток дополнительный доход в размере 22058,1 у. е.

Оценка эффективности применения гена MUC4 в качестве маркера сохранности поросят-сосунов проводилась по сочетаниям родительских генотипов в схемах подбора, поскольку повышенная чувствительность поросят к колибактериозу не зависит, от кого из родителей был получен мутантный аллель MUC4^G (табл. 2).

Таблица 2 – Показатели эффективности использования гена MUC4 в качестве маркера сохранности поросят (БКБП) к отъему

| Показатели | Концентрация аллеля MUC4 ^G в схемах подбора, % | | | | | |
|--|---|--|--|--|--|--|
| | 75 | 50 | | 25 | | - |
| | MUC4 ^{GG} x MUC4 ^{CG} | MUC4 ^{CG} x MUC4 ^{CG} | MUC4 ^{GG} x MUC4 ^{CC} | MUC4 ^{CG} x MUC4 ^{CC} | MUC4 ^{CC} x MUC4 ^{CG} | MUC4 ^{CC} x MUC4 ^{CC} |
| Многоплодие, гол. | 12,2 | 11,7 | 11,7 | 12,6 | 12,1 | 11,9 |
| Поросят к отъему с учетом сохранности, гол. | 9,2 | 9,3 | 9,7 | 10,1 | 10,2 | 10,3 |
| Среднегодовое количество опоросов на одну свиноматку | 2,2 | 2,2 | 2,2 | 2,2 | 2,2 | 2,2 |
| Выход поросят на 1 свиноматку в год, гол. | 20,24 | 20,46 | 21,34 | 22,22 | 22,44 | 22,66 |
| Количество молодняка, реализуемого на 100 свиноматок в год с учетом отхода, гол. | 1902,6 | 1923,2 | 2005,9 | 2088,7 | 2109,4 | 2130,0 |
| Живая масса 1гол. реализованного молодняка, кг | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 |
| Получено живой массы молодняка на 100 свиноматок в год, кг: | | | | | | |
| в т.ч. I категории | 209286,0 | 211552,0 | 220649,0 | 229757,0 | 232034,0 | 234300,0 |
| II категории | 156964,5 | 158664,0 | 165486,8 | 172317,8 | 174025,5 | 175725,0 |
| | 52321,5 | 52888,0 | 55162,2 | 57439,2 | 58008,5 | 58575,0 |
| Выручка от реализации молодняка на 100 свиноматок в год., тыс. руб. | | | | | | |
| в т.ч. за I категорию | 961616,8 | 972028,5 | 1013827,0 | 1055676,0 | 1066138,2 | 1076549,9 |
| за II категорию | 727216,5 | 735090,3 | 766700,3 | 798348,4 | 806260,1 | 814133,9 |
| | 234400,3 | 236938,2 | 247126,7 | 257327,6 | 259878,1 | 262416,0 |
| Дополнительный доход: тыс. руб. | - | 10411,7 | 52210,2 | 94059,2 | 104521,4 | 114933,1 |
| у. е. | - | 3718,5 | 18646,5 | 33592,6 | 37329,1 | 41047,5 |

Выход реализуемого после откорма молодняка на 100 свиноматок за год от желательного сочетания родительских генотипов (MUC4^{CC} x MUC4^{CC}) был больше на 227,4 гол., а общая живая масса при реализации – на 25 т, в сравнении с сочетанием MUC4^{GG} x MUC4^{CG}. В связи с этим по сочетанию MUC4^{CC} x MUC4^{CC} был получен дополнительный доход в размере 41047,5 у. е.

Было выявлено, что с повышением концентрации аллеля MUC4^G в схемах подбора, сохранность потомства за подсосный период снижалась, что приводило к одновременным потерям в реализуемом поголовье и получаемом дополнительном доходе.

Чтобы установить выгоду от применения гена IGF-2 в качестве маркера откормочных и мясных качеств свиной мы определили валовой доход от реализации молодняка от отцов с различными генотипами по данному гену (табл. 3).

Таблица 3 – Экономическая эффективность использования гена IGF-2 в качестве маркера откормочных и мясных качеств свиной белорусской крупной белой и белорусской мясной пород

| Показатели | Генотипы хряков - БКБП | | | | Генотипы хряков - БМП | | | |
|---|------------------------|-------------------|-------------------|---|-----------------------|-------------------|-------------------|---|
| | IGF ^{qq} | IGF ^{qQ} | IGF ^{QQ} | IGF ^{qQ} +IGF ^{qq} | IGF ^{qq} | IGF ^{qQ} | IGF ^{QQ} | IGF ^{qQ} +IGF ^{qq} |
| Количество животных в группе, гол. | 119 | 72 | 23 | 95 | 150 | 82 | 21 | 103 |
| Масса 1 гол. при снятии с откорма, кг | 100 | 102,6 | 102,5 | 102,6 | 100 | 101,9 | 105,0 | 102,5 |
| Дополнительный прирост 1 гол., кг | - | 2,6 | 2,5 | 2,6 | - | 1,9 | 5,0 | 2,5 |
| Затраты корма на 1 ц прироста, ц к. ед. | 3,51 | 3,45 | 3,49 | 3,46 | 3,55 | 3,52 | 3,40 | 3,49 |
| Стоимость кормов на 1 ц прироста, тыс. руб. | 231,7 | 227,7 | 230,3 | 228,4 | 234,3 | 232,3 | 224,4 | 230,3 |

| | | | | | | | | |
|---|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Экономия кормов на 1 ц прироста, тыс. руб. | - | 4,0 | 1,4 | 3,3 | - | 2,0 | 9,9 | 4,0 |
| Дополнительный доход на 1 гол. откорма, тыс. руб.: | - | 15,3 | 12,1 | 14,9 | - | 10,9 | 33,1 | 15,5 |
| в т. ч. | - | | | | - | | | |
| за экономию корма | - | 3,3 | 0,5 | 2,4 | - | 2,1 | 9,8 | 3,9 |
| за дополнительный прирост | - | 12,0 | 11,6 | 12,5 | - | 8,8 | 23,2 | 11,6 |
| Выручка от реализации 100 гол., тыс. руб. | 4591,7 | 4725,2 | 4712,8 | 4722,1 | 4620,8 | 4711,7 | 5845,0 | 4741,0 |
| в т. ч. за I категорию | 3382,1 | 3897,8 | 3656,6 | 3802,8 | 4262,4 | 4437,8 | 5845,0 | 4511,4 |
| за II категорию | 1209,6 | 827,4 | 1056,2 | 919,3 | 358,4 | 273,9 | - | 229,6 |
| Валовый доход в расчете на 100 реализованных потомков, тыс. руб. | 4591,7 | 5025,2 | 4762,8 | 4962,1 | 4620,8 | 4921,7 | 6825,0 | 5131,0 |
| Дополнительный доход в расчете на 100 реализованных потомков, тыс. руб. | - | 433,5 | 171,1 | 370,4 | - | 300,9 | 2204,2 | 510,2 |
| у. е. | - | 154,8 | 61,1 | 132,3 | - | 107,5 | 787,2 | 182,2 |

Полученные данные показывают, что за счет повышения скорости роста молодняка на откорме, полученного от хряков белорусской крупной белой породы с генотипом IGF-2^{QQ} дополнительный доход на 1 голову за счет снижения расхода кормов и дополнительного прироста живой массы за период откорма составит 12,1 тыс. руб. С учетом повышения удельного веса туш первой категории дополнительный доход на 100 реализованных потомков составит 61,1 у. е.

При оценке суммарного действия наличия доминантного аллеля IGF-2^Q одновременно в генотипе хряков IGF-2^{QQ} и IGF-2^{Qq} был рассчитан дополнительный доход в расчете на 100 реализуемых потомков, составивший 132,3 у. е.

По белорусской мясной породе реализация 100 откормленных потомков, полученных от хряков, гомозиготных по аллелю IGF-2^Q, дает возможность получить дополнительный доход 507,2 у. е. При оценке одновременно генотипов хряков IGF-2^{QQ} и IGF-2^{Qq} дополнительный доход на 100 реализованных потомков 182,2 у. е.

Заключение. Исходя из полученных в ходе исследований результатов, можно предложить гены EPOR, MUC4 и IGF-2 в качестве маркеров продуктивных качеств свиней пород белорусская крупная белая и белорусская мясная.

Использование родительских генотипов с выявленными предпочтительными аллеломорфами данных генов, а также их сочетаний в схемах подбора не только позволит повысить связанные с ними показатели продуктивности, но и, в конечном итоге, повысить экономическую эффективность ведения в республике отрасли свиноводства в целом.

Литература. 1. Волкова, М. В. Методы лечения и профилактики колибактериоза свиней / М. В. Волкова, В. Н. Ласковский // *Аграрная наука*. – 2005. – №12. – С. 23-25. 2. Дворкин, Г. Л. Колибактериоз телят и поросят / Г. Л. Дворкин, А. А. Гутковский // *Обзорная информация*. Мн.: БелНИИНТИ, 1989. – С. 3-22. 3. Ермоленко, В. М. Эритропоэтин: биологические свойства и применение в клинике / В. М. Ермоленко, А. Ю. Николаев // *Тер. арх.* – 1990. – Т. 62(11) – С. 141-145. 4. Костюнина, О. В. Ген IGF-2 – потенциальный ДНК-маркер мясной и откормочной продуктивности свиней / О. В. Костюнина, А. Н. Левитченков, Н. А. Зиновьева // *Животноводство России*. – 2008. – №1. – С. 12-14. 5. Лобан, Н. А. Крупная белая порода свиней: методы совершенствования и использования / Н. А. Лобан // Мн.: ПЧУП «Бизнесофсет», 2004 – С. 110. 6. Лобан, Н. А. Селекционно-генетические методы повышения продуктивности свиней: аналитический обзор / Н. А. Лобан; рец. И. П. Шейко. – Мн.: РУП «Институт животноводства НАН Беларуси», 2005. – 55 с. 7. Шейко, И. П. Задачи селекционно-племенной работы по повышению генетического потенциала сельскохозяйственных животных / И. П. Шейко, Н. А. Попков // *Белорусское сельское хозяйство*. – 2008. – №1. – С. 38-44. 8. Tissue-specific regulation of erythropoietin production in the murine kidney, brain and uterus / M. Chikuma [et al.] // *Am. J. Physiol. Endocrinol. Metab.* – 2000. – Vol. 279 – P. 1242-1248.