

2. Ortega MS. Identification of genes associated with reproductive function in dairy cattle. *Anim Reprod.* 2018 Aug 3;15(Suppl 1):923-932. doi: 10.21451/1984-3143-AR2018-0018. PMID: 36249832; PMCID: PMC9536062.

3. Cai Z, Guldbbrandtsen B, Lund MS, Sahana G. Prioritizing candidate genes for fertility in dairy cows using gene-based analysis, functional annotation and differential gene expression. *BMC Genomics.* 2019 Mar 29;20(1):255. doi: 10.1186/s12864-019-5638-9. PMID: 30935378; PMCID: PMC6444876.

УДК 575.174.4

ДНК-ДИАГНОСТИКА МУТАЦИЙ, ДЕТЕРМИНИРУЮЩИХ НАСЛЕДСТВЕННЫЕ ЗАБОЛЕВАНИЯ КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА ГОЛШТИНСКОЙ ПОРОДЫ

Романишко Е. Л., Киреева А. И.

Институт генетики и цитологии Национальной академии наук Беларуси

e-mail: lenaRamanishko@mail.ru

Summary. Using the developed by us methods DNA-detection mutations in the *FANCI*, *APAF1*, *SMC2*, *GART*, *TFB1M*, *SLC35A3*, *ITGB2*, *APOB*, *UMPS*, and *FXI* genes determining hereditary diseases of cattle were identified. Monitoring of cattle populations in Belarus ($n = 4617$ heads), revealed the frequency of occurrence of animals of hidden carriers of mutant alleles of the genetic diseases: *HH0C*, which was 3.27 %, *HH1C* – 2.82 %, *HH3C* – 3.75 %, *HH4C* – 0.59 %, *HCD1,3* – 2.75 %, *HH5C* – 2.2 %, *CVC* – 2.54 %, *BLC* – 0.62 %, *DPC* – 0 %, *XIC* – 0.39 %. DNA diagnostics of foreign and domestic breeding stock will reduce the spread of genetic defects that reduce the reproductive qualities of livestock.

Основная доля молочного скота в Республике Беларусь приходится на поголовье голштиinizированной черно-пестрой породы. Интенсивная селекция, направленной на увеличение молочной продуктивности животных привела к накоплению груза генетических мутаций в популяции, которые могут как приводить к гибели эмбрионов на разных сроках развития (LoF-мутации), так и влиять на качество жизни животного и производимое сырье, что приводит к значительным экономическим потерям. Современные молекулярные методы позволяют проводить ДНК диагностику племенных животных и выявлять животных скрытых носителей генетических дефектов, исключая тем самым их из селекционного процесса. Поэтому нами были разработаны методы ДНК-диагностики мутаций, детерминирующих наследственные заболевания крупного рогатого скота: бронхиспинальный синдром (BY), гаплотип фертильности 1 (HH1), гаплотип фертильности 3 (HH3), гаплотип фертильности 4 (HH4), гаплотип фертильности 5 (HH5), дефицит холестерина (HCD), комплексный порок позвоночника (CVM), дефицит адгезии лейкоцитов (BLAD), дефицит уридинмонофосфатсинтетазы (DUMS) и дефицит фактора свертываемости крови XI (FXID).

В качестве объекта исследования был использован крупный рогатый скот голштинской породы. Материалом для исследования служила ДНК, выделенная из биологического материала – цельной крови, проб ткани (ушной выщип) и спермы. Для идентификации наследственных заболеваний крупного рогатого скота были использованы следующие методы (табл. 1).

Таблица 1 – Наследственные заболевания КРС и методов их идентификации

| Заболевание | Ген | ВТС | SNP | Тип мутации | Метод |
|-------------|--------------|-----------------------|-------------|------------------------------------|-----------|
| BY | <i>FANCI</i> | 21: 21184870-21188198 | – | делеции 3329 п.н. (Val876Leufs26X) | ПЦР |
| HH1 | <i>APAF1</i> | 5: 62810245 | rs448942533 | C>T (Gln579Ter) | ПЦР-ПДРФ |
| HH3 | <i>SMC2</i> | 8: 93753358 | rs456206907 | T>C (Phe1135Ser) | АС-ПЦР-РВ |
| HH4 | <i>GART</i> | 1: 1997582 | rs465495560 | A>C (Asn290Thr) | ПЦР-РВ |

| | | | | | |
|-------|----------------|-----------------------------|-------------|------------------------------------|----------|
| HH5 | <i>TFB1M</i> | 9: 92,350,052 – 93,910,957 | – | делеция 138 т.п.н. | ПЦР |
| HCD | <i>APOB</i> | 11: 77,953,380 – 78,040,118 | – | вставка 1299 п.н. (Gly135ValfsX10) | ПЦР |
| CVC | <i>SLC35A3</i> | 3: 43261945 | rs438228855 | G>T (Val180Phe) | ПЦР-РВ |
| BLAD | <i>ITGB2</i> | 1: 144770078 | rs445709131 | A>G (Asp128Gly) | ПЦР-РВ |
| DUMPS | <i>UMPS</i> | 1: 69756880 | – | C>T (Arg405X) | ПЦР-ПДРФ |
| FXID | <i>FXI</i> | 27: 16310345 | – | вставка 76 п.н. (Asp470X) | ПЦР |

С помощью разработанных нами методов в период с 2015 по 2022 год был проведен скрининг для изучения наличия спектра генетических дефектов в белорусской популяции голштинского скота ($n = 4617$) (табл. 2).

Таблица 2 – Результаты скрининга белорусской популяции голштинского крупного рогатого скота на носительство генетических дефектов

| Год | BY | | HH1 | | HH3 | | HH4 | | HH5 | | HCD | | CVC | | BLAD | | DUMPS | | FXID | |
|------|-----|-----|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|--------|------|-----|------|-----|-------|-----|------|-----|
| | n | BYC | n | HH1C | n | HH3C | n | HH4C | n | HH5C | n | HCD1,3 | n | CVC | n | BLC | n | DPC | n | XIC |
| 2015 | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | 1101 | 51 | 1101 | 19 | 1101 | 0 | – | – |
| 2016 | 58 | 0 | 10 | 1 | 10 | 1 | 10 | 1 | 10 | 1 | 10 | 1 | 620 | 21 | 620 | 2 | 620 | 0 | 251 | 0 |
| 2017 | 921 | 32 | 295 | 8 | 297 | 8 | 292 | 3 | 292 | 9 | 291 | 0 | 832 | 12 | 832 | 2 | 850 | 0 | 921 | 4 |
| 2018 | 630 | 39 | 304 | 15 | 314 | 9 | 303 | 0 | 300 | 6 | 301 | 7 | 376 | 9 | 376 | 2 | 376 | 0 | 630 | 5 |
| 2019 | 288 | 4 | 100 | 1 | 100 | 10 | 100 | 1 | 100 | 2 | 100 | 5 | 287 | 3 | 287 | 1 | 290 | 0 | 288 | 1 |
| 2020 | 566 | 10 | 150 | 2 | 150 | 4 | 150 | 1 | 150 | 3 | 422 | 11 | 565 | 5 | 565 | 0 | 20 | 0 | 566 | 1 |
| 2021 | 525 | 18 | 170 | 2 | 170 | 7 | 170 | 0 | 170 | 3 | 519 | 18 | 514 | 8 | 514 | 1 | 0 | 0 | 525 | 2 |
| 2022 | 190 | 1 | – | – | – | – | – | – | – | – | 190 | 1 | 190 | 5 | 190 | 1 | – | – | 190 | 0 |

Примечание – BYC, HH1C, HH3C, HH4C, HH5C, HCD1,3, CVC, BLC, DPC, XIC – животные-носители мутантного аллеля в гетерозиготе.

В исследованной выборке белорусского скота были выявлены 13 животных парных носителей двух разных гаплотипов фертильности, которые они получили от одного или обоих родителей. Совместно с «Белплемяживобъединением» и областными селекционно-генетическими центрами впервые в Беларуси был сформирован банк данных племенных животных с отметкой о наличии/отсутствии носительства генетических дефектов. Анализ генетической структуры популяции голштинской породы белорусской селекции показал, что частота встречаемости животных-носителей в среднем HH0C – 3,27%, HH1C – 2,82%, HH3C – 3,75 %, HH4C – 0,59 %, HCD1,3 – 2,75 %, HH5C – 2,2 %, CVC – 2,54 %, BLC – 0,62 %, DPC – 0 %, XIC – 0,39 %, по годам на рис 1.

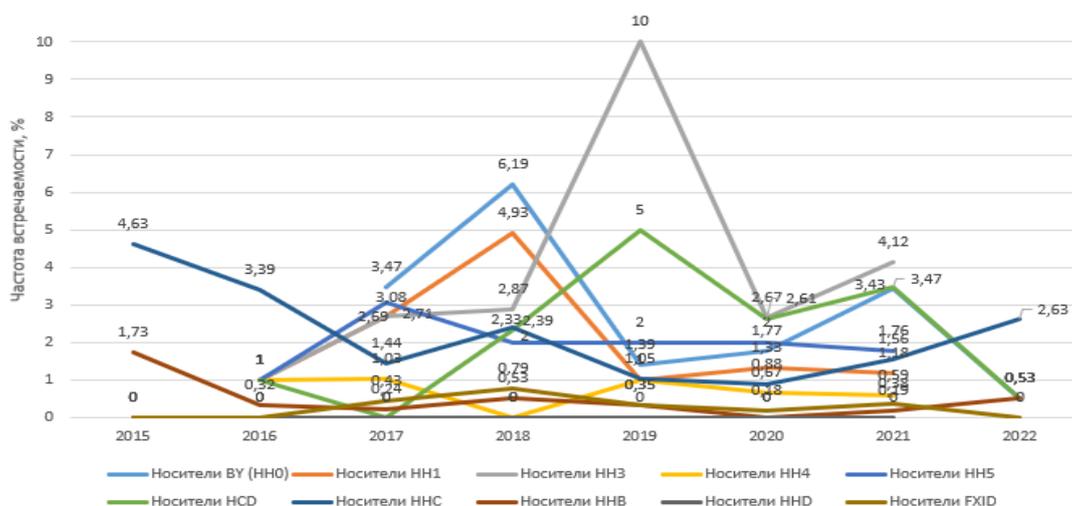


Рисунок 1 – Частота встречаемости животных-носителей гаплотипов фертильности в исследованной белорусской популяции голштинского скота (2015–2022 гг.)

Таким образом, разработанные методы позволяют проводить ДНК-диагностику племенных животных и использовать полученные результаты в селекционно-племенной работе, что позволит при подборе родительских пар снизить вероятность получения среди потомства гомозиготных носителей мутантных аллелей, оздоровить популяцию и, соответственно, значительно снизить экономические потери в животноводстве.

УДК 339.13.025.4

НЕТАРИФНЫЕ МЕРЫ ТАМОЖЕННОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ

Гвоздь Е. С., Синецкина В. С., Жевлакова А. Ю.

Белорусский национальный технический университет

e-mail: vladasinitsina1@gmail.com

Summary. The article discusses the theoretical aspects of the functioning of the institution of non-tariff regulation measures in the Republic of Belarus, which directly affect the transport and logistics aspect of foreign trade, presents an assessment of the effectiveness of their application and suggests areas for improvement.

В Республике Беларусь применяются различные способы контроля с целью защиты внутреннего рынка и стимулирования развития национальной экономики. Одним из основных средств реализации политики государства является установление тарифных и нетарифных мер государственного таможенного регулирования.

Под нетарифными мерами регулирования следует понимать совокупность методов и средств государственного регулирования, ограничивающие импорт и экспорт товаров, для защиты экономических интересов государства и обеспечения национальной безопасности страны. Данные меры применяются для поддержания баланса между спросом и предложением, а также с целью оградить рынок от некачественных товаров, не соответствующих требованиям безопасности. Применение нетарифных мер регулирования характерно преимущественно для развитых стран [3].

Нетарифные ограничения ориентированы на достижения тех же целей, что и тарифные методы. Они предоставляют возможность в кратчайшие сроки получить необходимые результаты, решить нужные задачи, при этом надо отметить, что в долгосрочном плане