

Petersburg State University of Veterinary Medicine. Less than 50% of *Paramecium caudatum* survived in an aqueous extract and an aqueous solution of an acetone extract, the toxicity of the sample was established according to GOST 31674-2012 «Feeds, compound feeds, material for compound feeds. Methods for the determination of common toxicity»

Key words: biotesting, infusoria, *Paramecium caudatum*, toxicity, hay.

REFERENCES

1. GOST 13496.0-2016 "Mixed feed, feed raw materials. Sampling methods" – M.: Standartinform, 2016. – 16 p.
2. GOST 31674-2012 "Feed, feed, feed raw materials. Methods for determining general toxicity" – M.: Standartinform, 2014. – 17 p.
3. Grozdov A. Continuation of the path of the express method for determining toxicity on ciliates paramecia // Compound feed. – 2021. – no. 6. – P. 84–87.
4. Using the test object *Paramecium caudatum* to determine the acute toxicity of physiologically active substances / V.A. Andreev, E.Yu. Andreeva, L.P. Erdniev, Ya.A. Stepanov, A.Yu. Mikshta, I.V. Mokshanov, I.A. Ermolaeva, N.V. Stepanova, V.Ya. Apchel // Bulletin

5. Kozitsyna A. I., Karpenko L. Yu., Bakhta A. A., Yenukashvili A. I. Prophylactic use of Elitox in cattle // Normative-legal regulation in veterinary medicine. – 2018. – no. 3. – S. 152-154.
6. Effects of diuron and carbofuran pesticides in their pure and commercial forms on *Paramecium caudatum*: The use of protozoan in ecotoxicology / Adrislaine S. Mansano, Raquel A. Moreira, Mayara Pierozzi, Thiessa M.A. Oliveira, Eny M. Vieira, Odete Rocha, Mirna H. Regali-Seleghim // Environmental pollution. – 2016. – T. 213. – C. 160–172.
7. Technical note: influence of feed on image quality of abdominal ultrasonography in New Zealand white kits / K.G. Silva, C. Andrade, L.B. Costa, C.S. Sotomaior // World Rabbit Science. – 2017. – T. 25. – №. 4. – C. 339–343

УДК 636.271.082.21:575

DOI: 10.52419/issn2782-6252.2023.2.119

ОЦЕНКА ПЛЕМЕННОЙ ЦЕННОСТИ БЫКОВ–ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ В ПЛЕМЕННОМ РЕПРОДУКТОРЕ ХОЛМОГОРСКОЙ ПОРОДЫ КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА

Олонцев Вадим Акимович¹

Уколов Петр Иванович², канд.биол.наук, доц.

Шараськина Ольга Геннадьевна², канд.биол.наук, доц.

¹АО «Хаврогорское», Россия

²Санкт-Петербургский государственный университет ветеринарной медицины, Россия

РЕФЕРАТ

Оценки племенной ценности производителей и племенного поголовья крупного рогатого скота используют различные информационно-аналитические модели и статистические методы, в том числе определение племенной ценности животных с применением методики BLUP и методологии BLUP AM, для последующего перехода на прогнозируемую геномную SNP-селекцию. Исследование проводилось на репродукторном поголовье коров холмогорской породы Архангельской области, Холмогорского района. Проведен генеалогический анализ спонтанной популяции коров первотелок холмогорской породы представлена потомством 66 быков, которые были оценены по основным продуктивным показателям и племенной ценности (ПЦ). Проведена ранговая оценка производителей по эффективности продуктивного вклада дочерей, ПЦ быков по удою и МДЖ, МДБ. Исследования подтвердили литературные данные о возможности и эффективности использования фантомных популяций КРС в оценке племенной ценности производителей.

Ключевые слова: крупный рогатый скот, BLUP, племенная ценность, холмогорская порода, бык-производитель.

ВВЕДЕНИЕ

При разработке методов оценки племенной ценности производителей и племенного поголовья крупного рогатого скота используют различные информационно-аналитические модели и статистические методы. Так, например, В.П. Прожерин и В.Л. Ялуга (2019), по результатам своих исследований сформировали и предложили модель для расчета прогноза племенной ценности холмогорского скота, используя, в том числе, данные по первой законченной лактации.

О необходимости перехода на генетическую оценку методом BLUP и методологии BLUP AM, для последующего перехода на прогнозируемую геномную SNP-селекцию отмечают в своих исследованиях В.М. Кузнецов (2003), Misztal I. с колл. (2015г), так как она представляет широкие возможности совершенствования разделения генетической и средовой составляющих в оцен-

ке, за счёт использования статистических моделей смешанного типа, характеризующих развитие оцениваемого признака в фантомной, выборочной популяции.

Преимуществом метода BLUP, при сравнении его с методом «дочери сверстницы» (ДС), является то, что дочери и сверстницы одновременно и являются сверстницами друг другу, в то время как при модифицированном методе сравнения со сверстницами (МСС) группа сверстников часто происходит от небольшого числа производителей, чей генетический уровень племенной ценности не является случайным. В результате полученная разница в продуктивности не может отражать истинную генетическую ценность животного в популяции, а зависит от группы сравнения, особенно если сверстницами являются дочери быков, полученных в другой популяции (специфика английской и датской методов оценки производи-

телей по качеству потомства). Немаловажным является и то что результаты данной оценки животных относительно генетической базы выбранной для сравнения популяции позволяют учитывать и проводить корректировку селекционного процесса (направленность) путем ротации производителей в другие породные популяции. О необходимости предварительной корректировки учетных данных более оправданно делать это для тех внешних эффектов, которые нуждаются в множественных корректировках. Эффекты, требующие дополнительной корректировки, должны учитываться в модели. В любом случае следует производить корректировку на популяционное среднее, а не на крайний класс.

Факторы предварительной корректировки должны обновляться как можно чаще (по крайней мере, один раз на поколение) и быть специфичными для разных периодов времени [7].

В то время как при использовании показателей молочной продуктивности дочерей и сверстниц за разные годы, при оценке методом МСС, результативность полностью относится к племенной ценности быка и не корректируется на генетическое улучшение популяции в целом; однако, высокая взаимосвязь оценок, полученных разными методами, позволяет снизить отрицательные воздействия, связанные с перераспределением быков при переходе на оценку племенной ценности методом BLUP, что отражает его эффективность. Кроме того, по данным литературных источников [2], представленным методом можно с высокой точностью получить оценку маточного поголовья и ремонтного молодняка в стаде, а любая статистическая обработка данных, обусловленная или обоснованная генетической селекцией, является составной частью GES (система генетической оценки, включающая все аспекты от структуры популяции и сбора данных до публикации результатов).

Теоретической основой исследования послужили модели геномной надежности оценки генотипа животных для последующей корректировки до уровня реализованных. Процедура корректировки значений геномной надежности с использованием результатов проверки генома по тесту Interbull GEV (Мантисаари и др., 2010). Interbull рекомендует следовать процедуре, разработанной Лю и др. (2017) и доступной модели анализа без учета поправок усложняющих их [6].

Цель исследований: определение племенной ценности животных с применением методики BLUP в изучаемой популяции коров холмогорской породы; выявление животных с наивысшей племенной ценностью и их отбор в быкопроизводящую группу; закрепление полезных генотипических и фенотипических признаков; создание массива холмогорского поголовья для объективной оценки в ранге мировых показателей селекции.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Расчет племенной ценности (EBV) коров и быков молочного направления продуктивности проводили на основе метода BLUP AM; для разработки статистических моделей развития при-

знаков молочной продуктивности в популяции использовали модели смешанного типа. Были выполнены необходимые требования для использования указанного метода в части точности и достоверности системы генетической идентификации животных, наличие качественных и достоверных исходных данных о продуктивности коров по статистически значимому и достоверному количеству признаков. Выбраны и использованы современные, надежные и апробированные популяционно-статистические методы расчета показателей [8] для получения достоверных данных и объективной их оценки в том числе и для каждого животного по заданным признакам.

При принятии решения о статистической обработке и анализе эффектов в рамках модели учитывали такие факторы как: одновозрастность и численность поголовья группы; оценки параметров во времени, использование корректировочных коэффициентов (по внешним факторам, скорректированных или включенных в модель для компонентов дисперсии).

При рассмотрении эффекта как фиксированного или случайного учитывали следующие аспекты: наличие достаточных данных, позволяющих предположить, что эффект не является случайно связанным с основным случайным эффектом; размер групп является большим; а сам эффект имеет повторяющийся характер и используется для выяснения временной тенденции. Проведено прямое измерение признаков и использование метрической системы сбора учетных данных, использованы схемы учета, обеспечивающие точный сбор информативного потока через систему «Селэкс», с применением программного обеспечения BLUPF 90, а также программного обеспечения MO Excell.

При формировании фантомных родительских групп, учитывали наличие импортированных животных, для возможности оценить их в рамках национальной GES. Фантомные родительские группы соответствовали требованиям по численности (не менее 10-20 гол. животных), хотя как указывают данные литературы [8], для признаков с низкой наследуемостью могут потребоваться более крупные группы. Оценка племенной ценности (ПЦ) проводили по основным селекционируемым признакам: удой (кг), массовая доля жира (МДЖ); содержание молочного жира (Жкг); массовая доля белка (МДБ); содержание молочного белка (Бкг). С целью гармонизации оценок использованы максимально приближенные принципы формирования массивов данных и используемых статистических моделей, включающих один фиксированный (систематический) эффект среды хозяйство/год/сезон отела.

Исследования проводилось на фантомной популяции коров холмогорской породы племенного репродуктора «Хаврогорское» Архангельской области. Популяция включала в себя 519 коров первой лактации с данными по молочной продуктивности. Для оптимизации и сокращения информационного потока объемные названия линий представлены в виде их шифра.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

По результатам генеалогического анализа спотанная популяция коров первотелок холмогорской породы представлена потомством 66 быков, которые были оценены по основным продуктивным показателям и племенной ценности (ПЦ). Проведена ранговая оценка производителей по эффективности продуктивного вклада дочерей, ПЦ быков по удою и МДЖ, МДБ; а также по показателям общего выхода Жкг в обследованной популяции, и в пределах лидирующих линий (табл. 1). Оценка проведена и представлена по сопоставимым группам коров, материал обработан с использованием МАСЕ (Международная комплексная оценка быков), и подробной детализацией, необходимой для создания информационных сайтов (включая таблицы общей статистики и EBV быков для искусственного осеменения).

В таблице 1 представлены 4 основных линии: Лимона, Наилучшего, Цветка и Вис Бэк Айдиал, отражающие уровень и параметры ПЦ в данной популяции.

При оценке ПЦ нами определена лидирующая линия №19 с соответствующими показателями племенной ценности: по удою, МДЖ, МДБ, Жкг, Бкг соответственно: +123,77; 0,00; +4,66; -0,01; +3,57. Второе место в ходе оценки заняла линия №1 со следующими показателями: +9,65; 0,00; +0,44; 0,00; +0,20. Третье место у линии №15 с показателями ПЦ соответственно: +1,60; 0,00; +0,12; 0,00; +0,02. И замыкает четверку лидеров линия №17 с показателями ПЦ: -134,85 кг; 0,00; +0,02; -5,08; -3,57кг.

Рейтинговая оценка быков лидирующих линий (таблица 2) показала большой размах изменчивости ПЦ по удою от +798 кг (бык Хенкель 331) до +407,15 кг (Цуг 1660), причем кровность быка Хенкель составила 9% по голштинской (улучшающей) породе, а быка Цуг – 38%. Следовательно, значение голштинской породы (ГП) в оценке кровности линии по ней у Лимона не оказала существенного улучшающего эффекта, а фактически снизила потенциал удоя на

-407,15 кг. В линии Наилучшего 7752 выделен лидер по племенной ценности бык Цеховик 5569 со следующими показателями ПЦ: по удою +601,17 кг; МДЖ -0,16%; Жкг +14,95 кг; МДБ -0,01%; Бкг +17,42 кг. Данный бык имеет кровность по улучшающей ГП 42%, в то время как бык в линии Лимона с кровностью по ГП 38% стал ухудшателем по удою. С наименьшими показателями племенной ценности в результате оценки стал бык Шпиль 1925 с показателями: по удою 600,26 кг; МДЖ 0,00%; Жкг -22,61 кг; МДБ 0,00%; Бкг -18,78 кг.

В линии Вис Бэк Айдиал лидером стал бык Ларго, чистопородный голштинский, с соответствующими показателями племенной ценности: по удою +424,52 кг; МДЖ -0,1%; Жкг +12,41 кг; МДБ -0,01%; Бкг +12,75 кг. Минимальные показатели ПЦ по удою -825,03 кг, МДЖ -0,1%; Жкг -35,98 кг; МДБ +0,05 %; Бкг -22,59 кг. в этой линии зафиксированы у быка Парто 1241 с кровностью по ГП 69%; снижение кровности на 30%

проявилось в отрицательной эффективности по удою и МДЖ, и как следствие к снижению общего выхода молочного жира. Линия Цветка представлена лидером Футбол (чистопородный бык холмогорской породы) с потенциалом: по удою +62,36 кг; МДЖ +0,03%; Жкг +3,89 кг; МДБ +0,02%; Бкг +2,82 кг. Аутсайдером в линии стал бык Песок с ПЦ: удой -399,07 кг; МДЖ +0,03%; Жкг -14,51 кг; МДБ +0,00 %; Бкг -12,09 кг.

Общий анализ генетической и племенной ценности показал разные методы похода в формировании заводских линий племенного репродуктора «Холмогорское» холмогорской породы коров: так бык Ларго, чистопородный голштинский, выбран по ПЦ в качестве коренного улучшателя и повышения кровности данной линии в обследованной популяции холмогорского скота; а бык Парто 1241 с кровностью по ГП 69%; не оказал положительного эффекта в данной линии, показав отрицательные тенденции подбора и в фантомной популяции по обильно и жирномолочности.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Исследования подтвердили литературные данные о возможности и эффективности использования фантомных популяций КРС в оценке племенной ценности производителей.

Заводские линии племенного репродуктора «Хаврогорское» холмогорской породы коров формируются разными методами породного и межпородного подбора родительских пар. Так бык Ларго, чистопородный голштинский, выбран по ПЦ в качестве коренного улучшателя и повышения кровность данной линии и обследованной популяции холмогорского скота; а бык Парто 1241 с кровностью по ГП 69%; не оказал положительного эффекта в данной линии, показав отрицательные тенденции подбора и в фантомной популяции по обильно и жирномолочности.

При ранговой оценке лидером в обследованной популяции оказался бык Хенкель 331 - 9% кровности по голштинской породе; с показателями ПЦ: по удою +798 кг.; МДЖ -0,08%; Жкг +26,87кг.; МДБ -0,02%; Бкг +24,76кг.

Для сохранения породных особенностей коров холмогорской породы и увеличение породного поголовья задачи и направленность селекции в репродукторах должны сохранять приоритет кровности по заявленной «холмогорской» породе, используя при этом не только оценку ПЦ по показателям молочной продуктивности, но и возвратный тип скрещивания или прилитие крови для поддержания кровности у потомства по холмогорской породе.

При формировании быкопроизводящей группы коров учитывать не только оценку ПЦ по основным секционированным признакам УДОЙ, МДЖ, МДБ, но и баланс кровности для сохранения генетики в изученных линиях и популяции коров холмогорской породы племенного репродуктора «Хаврогорское».

Для приведения в соответствие с целью участия в глобальных международных рейтингах и оценки ПЦ быков, необходимо скорректировать

Таблица 1.

Лидирующие линии в обследованной спонтанной популяции холмогорской породы коров племенного репродуктора «Хаврогорское».

| № и название линии | Код линии | Быков, гол | % | Племенная ценность | | | | |
|------------------------|-----------|------------|-----|--------------------|------|-------|-------|-------|
| | | | | Удой | МДЖ | Жкг | МДБ | Бкг |
| Лимона | 19 | 15 | 2,9 | +123,77 | 0,00 | +4,66 | -0,01 | +3,57 |
| Наилучшего 7252 | 15 | 19 | 3,6 | +9,65 | 0,00 | +0,44 | 0,00 | +0,20 |
| Вис Бэк Айдиал 1013415 | 1 | 12 | 2,3 | +1,60 | 0,00 | +0,12 | 0,00 | +0,02 |
| Цветка | 17 | 12 | 2,3 | -134,85 | 0,00 | -5,08 | 0,02 | -3,57 |

Таблица 2.

Ранговое распределение быков (лидер, аутсайдер) при их оценке ПЦ по показателям продуктивности в пределах линий и популяции.

| Инв. номер быка | Кличка | Код линии | ПЦ по удою, кг | ПЦ по МДЖ, % | ПЦ по Жкг, кг | ПЦ по МДБ, % | ПЦ по Бкг, кг |
|-----------------|---------|-----------|----------------|--------------|---------------|--------------|---------------|
| 331 | Хенкель | 19,00 | +798,10 | -0,08 | +26,87 | -0,02 | +24,76 |
| 423 | Буран | 19,00 | +603,86 | +0,09 | +27,79 | -0,04 | +16,91 |
| 647 | Циркон | 19,00 | +544,30 | -0,04 | +19,68 | 0,00 | +16,88 |
| 1660 | Цуг | 19,00 | -407,75 | +0,06 | -14,04 | +0,02 | -11,38 |
| 614921 16 | Ларго | 1,00 | +424,52 | -0,10 | +12,41 | -0,01 | +12,75 |
| 2262 | Рокот | 1,00 | +265,06 | -0,14 | +4,71 | +0,02 | +7,97 |
| 6 | Хагрид | 1,00 | +147,43 | +0,05 | +7,90 | +0,02 | +5,26 |
| 1241 | Партос | 1,00 | -825,03 | -0,10 | -35,98 | +0,05 | -22,59 |
| 274 | Футбол | 17,00 | +62,36 | +0,03 | +3,89 | +0,02 | +2,82 |
| 334 | Парус | 17,00 | +36,43 | -0,08 | -0,51 | +0,03 | +1,63 |
| 648 | Ноябрь | 17,00 | -12,17 | +0,03 | +0,86 | 0,00 | -0,57 |
| 397 | Песок | 17,00 | -399,07 | +0,03 | -14,51 | 0,00 | -12,09 |
| 5569 | Цеховик | 15,00 | +601,17 | -0,16 | +14,95 | -0,01 | +17,42 |
| 5264 | Цезарь | 15,00 | +239,79 | -0,13 | +4,99 | -0,07 | +4,59 |
| 62 | Чайзер | 15,00 | +196,48 | -0,13 | +2,56 | +0,02 | +6,84 |
| 866 | Берег | 15,00 | -279,58 | +0,03 | -10,25 | +0,02 | -7,70 |

местные данные с Глобальным стандартом данных сельскохозяйственных животных.[6] В частности, ICAR, для генетической оценки молочного скота, рекомендует всем странам создавать национальные GES для всех признанных на местном и международном уровне пород. При этом руководствоваться тем, что отнесение животного к определенной породе оправдано, если 75% генов животного происходят от этой породы (или же если и бык-производитель, и прародитель по материнской линии происходят от оцениваемой породы).

ЛИТЕРАТУРА

1. Геномная селекция как основа племенной работы (обзор) / А. Е. Калашников, А. И. Голубков, В. Г. Труфанов [и др.] // Вестник КрасГАУ. – 2021. – № 7(172). – С. 163-170. – DOI 10.36718/1819-4036-2021-7-163-170. – EDN PQRGJ.
2. Кузнецов, В. М. Методы племенной оценки животных с введением в теорию BLUP / В. М. Кузнецов. – Киров: Зональный НИИСХ Северо-Востока, 2003. – 358 с.
3. Кузнецов, В. М. Оценка племенной ценности молочного скота методом BLUP / В.М. Кузнецов // Зоотехния. – 1995. – № 11. – С. 8-1
4. Олонцев, В. А. Проблема воспроизводства чистопородного поголовья для сохранения уникальных свойств аборигенных пород крупного рогатого скота России / В. А. Олонцев, П. И. Уколов, О. Г. Шараскина // Вопросы норматив-

но-правового регулирования в ветеринарии. – 2021. – № 4. – С. 102-105. – DOI 10.52419/issn2072-6023.2021.4.102. – EDN TWSSZT.

5. Совершенствование методов оценки племенной ценности ремонтных телок холмогорской породы / В. П. Прожерин, В. Л. Ялуга, И. В. Кувакина, И. В. Селькова // Эффективное животноводство. – 2019. – № S5. – С. 87-89. – DOI 10.24411/9999-007A-2019-1046. – EDN IMUPAJ.
6. A technical document on derivation and application of adjustment factor for genomic reliability values/ Z. Liu, P. M. VanRaden, M.H. Lidauer, M. P. L. Calus, H. Benhajali, and V. Ducrocq. URL: https://interbull.org/static/web/A_technical_document_on_derivation_and_application_of_adjustment.pdf (accessed date: 10.01.2023)
7. Design and optimization of animal breeding programmers / J. C. M. Dekkers [et al.] // Iowa State university lecture notes. – 2004. – URL: <http://www.anslab.iastate.edu/class/ans652x/chapter1.pdf> (accessed date: 10.01.2023).
8. Henderson, C. R. Best linear unbiased estimation and prediction under a selection model/ C. R. Henderson // Biometrics. – 1975. – Vol. 31. – P. 423-447.
9. Textbook animal breeding: Animal breeding and genetics for BSc students. Center for genetic resources and animal breeding and genetics group / Wageningen university and research center. – 2014. – 311 p.
10. Mrode, R. A. Linear models for the prediction of animal breeding values / R. A. Mrode.; CAB Inter-

national. – 2nd ed. – Wallingford, 2005. – 368 p.
11. Manual for BLUPF90 family of programs / I. Misztal [et. al.]; University of Georgia, Athens, USA, 2015.
12. April 2020: Genetic Base Change / H.D. Norman,

P. VanRaden, G. Wiggins, Council on Dairy Cattle Breeding. URL: https://uscdcb.com/wp-content/uploads/2020/02/Norman-et-al-Genetic-Base-Change-April-2020-FINAL_new.pdf (accessed date: 14.01.2023)

EVALUATION OF THE BREEDING VALUE OF SIRES IN THE BREEDING REPRODUCER OF THE Kholmogory breed of cattle

Vadim A. Olontsev¹

Petr I. Ukolov², PhD in Biological Sciences, Docent

Olga G. Sharaskina², PhD in Biological Sciences, Docent

¹JSC Khavrogorskoe, Russia

²St. Petersburg State University of Veterinary Medicine, Russia

Estimates of the breeding value of producers and breeding stock of cattle use various information and analytical models and statistical methods, including the determination of the breeding value of animals using the BLUP methodology and the BLUP AM methodology, for the subsequent transition to predictive genomic SNP selection. The study was conducted on the reproductive population of cows of the Kholmogory breed of the Arkhangelsk region, Kholmogory district. A genealogical analysis of a spontaneous population of cows of first-calf heifers of the Kholmogory breed was carried out, represented by the offspring of 66 bulls, which were evaluated according to the main productive indicators and breeding value (PC). A rank assessment of sires was carried out according to the efficiency of the productive contribution of daughters, bulls' PC for milk yield and MJ, MDB. The studies confirmed the literature data on the possibility and effectiveness of using phantom cattle populations in assessing the breeding value of producers.

Key words: cattle, BLUP, breeding value, Kholmogory breed, sire.

REFERENCES

1. Genomic selection as the basis of breeding work (review) / A. E. Kalashnikov, A. I. Golubkov, V. G. Trufanov [et al.] // Vestnik KrasGAU. - 2021. - No. 7(172). - S. 163-170. - DOI 10.36718/1819-4036-2021-7-163-170. -EDN PQRGJJ.
2. Kuznetsov, V. M. Methods of breeding assessment of animals with an introduction to the theory of BLUP / V. M. Kuznetsov. - Kirov: Zonal Research Institute of Agriculture of the North-East, 2003. - 358 p.
3. Kuznetsov, V.M. Evaluation of the breeding value of dairy cattle using the BLUP method / V.M. Kuznetsov // Zootechnics. - 1995. - No 11. - S. 8-1
4. Olontsev, V. A. The problem of reproduction of pure-bred livestock to preserve the unique properties of native breeds of cattle in Russia / V. A. Olontsev, P. I. Ukolov, O. G. Sharaskina // Issues of legal regulation in veterinary medicine. - 2021. - No. 4. - S. 102-105. - DOI 10.52419/issn2072-6023.2021.4.102. - EDN TWSSZT.
5. Prozherin V. P., Yaluga V. L., Kuvakina I. V., Selkova I. V. Improving the methods for assessing the breeding value of replacement heifers of the Kholmogory breed // Effective animal husbandry. - 2019. - No. S5. - S. 87-89. - DOI 10.24411/9999-007A-2019-1046. - EDN IMUPAJ.
6. A technical document on derivation and application of adjustment factor for genomic reliability values/ Z. Liu, P.

- M. VanRaden, M.H. Lidauer, M. P. L. Calus, H. Benhajali, and V. Ducrocq. URL: https://interbull.org/static/web/A_technical_document_on_derivation_and_application_of_adjustment.pdf (accessed date: 10.01.2023)
7. Design and optimization of animal breeding programmers / J. C. M. Dekkers [et al.] // Iowa State university lecture notes. - 2004. - URL: <http://www.anslab.iastate.edu/class/ans652x/chapter1.pdf> (accessed date: 10.01.2023).
8. Henderson, C. R. Best linear unbiased estimation and prediction under a selection model/ C. R. Henderson // Biometrics. - 1975. - Vol. 31. - P. 423-447.
9. Textbook animal breeding: Animal breeding and genetics for BSc students. Center for genetic resources and animal breeding and genetics group / Wageningen university and research center. - 2014. - 311 p.
10. Mrode, R. A. Linear models for the prediction of animal breeding values / R. A. Mrode.; CAB International. - 2nd ed. - Wallingford, 2005. - 368 p.
11. Manual for BLUPF90 family of programs / I. Misztal [et. al.]; University of Georgia, Athens, USA, 2015.
12. April 2020: Genetic Base Change / H.D. Norman, P. VanRaden, G. Wiggins, Council on Dairy Cattle Breeding. URL: https://uscdcb.com/wp-content/uploads/2020/02/Norman-et-al-Genetic-Base-Change-April-2020-FINAL_new.pdf (accessed date: 14.01.2023)

УДК 619:574.3

DOI: 10.52419/issn2782-6252.2023.2.123

АЭРОГЕННЫЙ ПУТЬ ПОСТУПЛЕНИЯ МЕТАЛЛОВ В ЛАДОЖСКОЕ ОЗЕРО

Романов А.Ю.¹, аспирант

Аршаница Н.М.¹ канд.биол.наук,

Стекольников А.А.², канд.биол.наук

Хамзин С.В.², бакалавр

¹Санкт-Петербургский филиал Всероссийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии, Россия

²Санкт-Петербургский государственный университет ветеринарной медицины, Россия

РЕФЕРАТ

Исследования показали, что поступление металлов и других загрязняющих веществ аэрогенным путем в Ладожское озеро связано с наличием как удаленных, так и местных источников поступления в атмосферу. В этом отношении Ладожское озеро находится в уязвимом состоянии, что показали исследования – так как нередко содержание металлов в атмосферных осадках выше, чем в воде. Особенно