УДК 636.2:612.616:982.4

Вікові зміни вмісту тестостерону у крові, а також фруктози та лимонної кислоти у міхурцевих залозах сім'яників бугайців

М.В. Павлюк, С.О. Вовк

Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН України, с. Оброшине, Львівська обл.; e-mail: vovkstah@gmail.com

У статті наведено результати дослідження змін концентрації у крові тестостерону та маси міхурцевих залоз сім'яників, вмісту у них секрету, фруктози і лимонної кислоти залежно від віку бугайців. Дослідження проведено на бугайцях 1–13-місячного віку Подільського заводського типу української чорно-рябої породи великої рогатої худоби. Встановлено, що вміст тестостерону за період від 1 до 13 міс зріс у 18 разів (від 0,3 до 5,5 нг/мл). Маса міхурцевих залоз у 13-місячних бугайців збільшилася до 25,1 г порівняно з 8,8 г у 4-місячних тварин, а вмісту у ній секрету – з 0,54 до 4,07мл. За цей період концентрація фруктози і лимонної кислоти у секреті міхурцевих залоз сім'яників бугайців збільшилася в 13,1 і 7,6 раза відповідно. Доведена вікова кореляційна залежність між концентрацією тестостерону у сироватці крові бугайців, масою міхурцевих залоз, вмістом у ній секрету, фруктози і лимонної кислоти.

Ключові слова: бугайці; вік; кров; сім'яники; міхурцеві залози; тестостерон; фруктоза; лимонна кислота.

ВСТУП

Відомо, що одержання високоякісної сперми від елітних статевозрілих бугаїв є важливою умовою покращення генетичного потенціалу великої рогатої худоби та сталого виробництва її продукції, тому встановлення оптимального віку бугайців для отримання від них добірної фертильної сперми дає змогу скоротити міжпоколінний інтервал та підвищити темпи генетичного прогресу у скотарстві [1–5]. Формування процесів сперматогенезу у сім'яниках, їх придатках і статевих залозах бугайців у процесі вікового росту і розвитку супроводжується низкою фізіолого-біохімічних змін в організмі тварин та функціонуванні статевої системи [3, 4, 6–8]. Доведено, що у віковій динаміці формування статевих функцій у самців тварин ключову роль відіграє гормон тестостерон, продукований клітинами Лейдіга сім'яників та корою надниркових залоз, який значною мірою визначає формування первинних і вторинних статевих ознак. Він істотно впливає на ріст і розвиток сім'яників, якісні й кількісні інгредієнти сперми, активує статевий потяг, стимулює перебіг метаболічних процесів в організмі [9–11]. Відомо, що міхурцеві залози сім'яників мають надзвичайно важливе значення у фертильності, оскільки активно секретують білки, ліпіди, солі калію, натрію, кальцію, фруктозу, лимонну кислоту і низку інших хімічних сполук без яких неможливе повноцінне фізіологічне функціонування статевих функцій у самців [5, 12, 13]. Особливо слід наголосити на вагомій метаболічній ролі таких секретів цих залоз, як фруктоза і лимонна кислота у вказаних процесах. Експериментально встановлено, що фруктоза є основним енергетичним джерелом для забезпечення руху сперматозоїдів, а лимонна кислота – регулятором взаємодії і обміну іонів та активації ферментних систем у спермі; зростання вмісту фруктози і

© Інститут фізіології ім. О.О. Богомольця НАН України, 2026

лимонної кислоти в секреті міхурцевих залоз та сім'яній плазмі плідників свідчить про активний перебіг процесів сперматогенезу в сім'яниках [14–17].

Метою наших досліджень було встановлення у племінних буйців української селекції закономірностей вікових змін вмісту тестостерону у крові, маси міхурцевих залоз, кількості у них секрету та концентрації фруктози і лимонної кислоти.

МЕТОДИКА

Дослідження проведено на клінічно здорових бугайцях (n = 61) Подільського заводського типу української чорно-рябої молочної породи віком від 1 до 13 міс. Тварин утримували в умовах дослідного господарства Золочівського фахового коледжу Львівського НАУ ветеринарної медицини та біотехнологій ім. С.З. Гжицького (протокол № 2 від 21.04.2026 р. засідання комісії з біобезпеки наукових досліджень і експериментальних розробок з використанням лабораторних (фермерських) тварин Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН України). Тварини одержували повноцінну годівлю згідно з вітчизняними нормами, мали вільний доступ до питтєвої води. Експерименти проводили з дотриманням положень Європейської конвенції про захист тварин (Страсбург, 1986), положень Конвенції з біоетики Ради Європи (1997) та загальних етичних принципів наукових досліджень ухвалених Законами України, зокрема Першим національним конгресом України з біоетики (вересень 2001 р.), Законом України № 3447-IV "Про захист тварин від жорстокого поводження (2006 р.).

У досліджувані вікові періоди перед забоєм згідно етичними положеннями і нормами, після ранкової годівлі у тварин забирали кров з яремної вени, у сироватці якої визначали концентрацію тестостерону. Після забою бугайців відбирали міхурцеві залози сім'яників і встановлювали їхню масу, вимірювали у них об'єм секрету та концентрацію у ньому фруктози і лимонної кислоти. Вміст тестостерону у сироватці крові тварин встановлювали імуноферментним методом на аналізаторі STAT FAX 303 plus з використанням тест-системи Хема К-209 (тестостерон). Масу міхурцевих залоз визначали зважуванням їх на електронній аналітичній вазі, а об'єм секрету в залозах – за допомогою повного витіснення його у мірний циліндр. Вміст фруктози в секреті міхурцевих залоз вимірювали колориметрично на спектрофотометрі класичним методом, який базується на специфічній реакції цього моносахариду з резорцином у концентрованому розчині соляної кислоти [18]. Концентрацію лимонної кислоти у секреті міхурцевих залоз визначали методом магнітної резонансної спектроскопії [19].

Статистичну обробку результатів здійснювали за допомогою комп'ютерної програми STATISTICA. Цифрові результати в таблицях подані у вигляді "середнє значення ± стандартна похибка середнього". Для оцінки вірогідності результатів використовували однофакторний дисперсійний аналіз ANOVA та порівняльний тест Post Hoc Стьюдента-Ньюмена-Кеулса.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Результати змін концентрації тестостерону у сироватці крові дослідних тварин наведено у табл. 1. Слід відмітити, що вміст вказаного гормону у крові тварин упродовж першого року після народження прогресивно зростав.

За період від 1- до 4-місячного віку вміст тестостерону в крові бугайців зріс у 6 разів (з 0,3 до 1,8 нг/мл), упродовж наступних місяців дещо знизився і становив у 6-місячних тварин 0,7 нг/мл, а починаючи із 7-го до 10-го місяця збільшився з 1,04 до 5,44 нг/мл і надалі із віком тварин практично не зазнав змін. При цьому слід зазначити, що за період від 1-го до 13-го місяця життя бугайців концентрація тестостерону в сироватці

Таблиця 1. Вікова динаміка вмісту (нг/мл) тестостерону у сироватці крові бугайців (M ± m, n = 3-6)

Вік, міс												
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
0,32 ± 0,04	0,51 ± 0,03	1,14 ± 0,02	1,83 ± 0,04	0,85 ± 0,08	0,72 ± 0,05	1,04 ± 0,04	2,87 ± 0,08	4,61 ± 0,06	5,44 ± 0,04	5,51 ± 0,07	5,43 ± 0,06	5,55 ± 0,03

крові збільшилась у 18 разів. Відомо, що біологічна дія тестостерону в самців багатогранна, цей статевий гормон значною мірою стимулює метаболічні процеси в організмі, ріст і розвиток тварин, формування у них первинних і вторинних статевих ознак, нормалізує статеві функції, активує процеси сперматогенезу у сім'яниках, покращує якісні і кількісні показники сперми, підвищує її фертильність [9–11]. Отримані нами результати узгоджуються із даними вказаних дослідників про існування кореляційного взаємозв'язку концентрації тестостерону у крові плідників, функціонування сім'яників та кількісних і якісних характеристик сперми.

Вікові зміни маси міхурцевих залоз, кількості у них секрету та вмісту у ньому фруктози і лимонної кислоти у бугайців наведено у табл. 2. Слід зазначити, маса міхурцевих залоз у тварин за період з 4- до 13-місячного віку зросла у 2,9 раза (з 8,8 до 25,1 г), при цьому вмісту у ній секрету збільшився у 7,5 раза (з 0,54 до 4,07 мл).

Нами встановлено, що фруктоза і лимонна кислота у секреті міхурцевих залозах сім'яників бугайців починають виявлятись у 4-місячному віці. Особливо значне збільшення вмісту фруктози в секреті вказаних залоз виявлено в бугайців від 6- до 10-місячного віку, з 4- до 6-місячного віку він зріс у 8,8 раза, а з 6- до 9-місячного віку у 1,4 раза. Порівняно стабільний вміст фруктози у секреті міхурцевих залозах (729,3 мг/%) нами встановлено у 10-місячному віці, який з віком тварин практично не змінюється. Слід наголосити на тому, що оскільки фруктоза у спермі плідників значною мірою забезпечує біоенергетику сперматозоїдів, їхню рухливість і фертильність, визначення її концентрації запропоновано як маркер для визначення запліднюючої здатності сперми у бугаїв [14–16].

Таблиця 2. Вікові зміни маси міхурцевих залоз, кількості у них секрету та вмісту фруктози і лимонної кислоти (M ± m, n = 3-6)

Вік тварин, міс	Маса залози, г	Кількість секрету залози, мл	Вміст, мг/%	
			фруктози	лимонної кислоти
3	6,4±0,1	-	-	-
4	8,8±0,3	0,5±0,2	56,3±8,0	124,7±24,4
5	11,2±0,2	1,0±0,7	158,7±12,5	266,3±36,9
6	15,1±0,5	1,9±0,3	496,1±35,4	580,1±54,4
7	16,9±0,8	2,1±0,5	568,5±41,7	690,5±67,4
8	18,6±0,7	2,5±0,6	694,6±58,5	754,4±63,6
9	21,9±0,8	2,9±0,4	686,2±69,2	821,6±84,8
10	22,4±1,2	3,4±0,8	729,3±81,8	869,2±95,6
11	24,1±0,9	3,9±0,7	736,5±75,4	890,6±86,3
12	24,8±0,8	4,1±0,6	742,1±63,6	914,1±81,5
13	25,1±1,1	4,1±0,7	734,9±82,4	948,3±92,5

Нами показано, що у бугайців з 3- до 6-місячного віку вміст лимонної кислоти у секреті міхурцевих залоз зріс у 4,6 раза, з 6- до 9-місячного віку – у 1,4 раза, а у 12-місячному віці – в 1,1 раза. Зважаючи на важливу метаболічну роль лимонної кислоти у забезпеченні фізіологічного функціонування сперматозоїдів у самців тварин [15, 20], інформація про її вміст у спермі може служити важливим біохімічним інгредієнтом для оцінки її якості.

Отримані нами результати в цілому переконливо свідчать про те, що між віком бугайців, вмістом тестостерону у крові, масою міхурцевих залоз сім'яників, вмістом у них секрету, фруктози і лимонної кислоти існує пряма кореляційна залежність. Вони становлять і науковий та практичний інтерес, оскільки вміст тестостерону у крові та концентрація фруктози і лимонної кислот у спермі можуть бути використані як важливі біомаркери для оцінки розвитку і фізіологічного стану статевої системи у бугаїв-плідників та прогнозування їхніх репродуктивних якостей.

ВИСНОВКИ

Встановлено, що у сироватці крові бугайців Подільського заводського типу української чорно-рябої молочної породи впродовж першого року постнатального росту і розвитку вміст тестостерону істотно зростає, зокрема з 1- до 13-місячного віку він підвищився у 18 разів. Маса міхурцевих залоз сім'яників у бугайців за період з 4- до 13-місячного збільшилась з 6,4 до 25,1 г, а вміст у них секрету – з 0,54 до 4,07 мл. Концентрація фруктози і лимонної кислоти у секреті означених залоз тварин за досліджуваний віковий проміжок зросла відповідно в 13,1 та 7,6 раза відповідно.

The authors of this study confirm that the research and publication of the results were not associated with any conflicts regarding commercial or financial relations, relations with organizations and/or individuals who may have been related to the study, and interrelations of co-authors of the article.

M.V. Pavlyuk, S.O. Vovk

AGE-RELATED CHANGES IN BLOOD TESTOSTERONE LEVELS AND TESTICLES FRUCTOSE AND CITRIC ACID CONTENT IN YOUNG BULLS

Institute of Agriculture of the Carpathian Region, National Academy of Agrarian Sciences, Obroshyne, Lviv region; e-mail: vovkstah@gmail.com

The article presents the results of an experimental study of age-related changes in blood testosterone concentration, the weight of the testicles vesicular glands, the volume of their secretion, and the content of fructose and citric acid in young bulls. The study was conducted on bulls of the Podilsky line of the Ukrainian Black-and-White dairy breed aged 1 to 13 months. It was found that blood testosterone concentration increased 18-fold during this period, from 0.3 to 5.5 ng/ml. The weight of the vesicular glands increased from 8.8 to 25.1 g between 4 and 13 months of age, while the volume of their secretion increased from 0.54 to 4.07 ml. During the same period, the concentrations of fructose and citric acid in the vesicular glands secretion increased 13.1 and 7.6-fold, respectively. Age-related correlations were demonstrated between serum testosterone concentration, the vesicular glands weight, the secretory volume, and the content of fructose and citric acid.
Key words: bulls; age; blood; testicles; seminal vesicles; testosterone; fructose; citric acid.

REFERENCE

1. Brito L. Factors affecting bull sexual development. Clin Theriogenol. 2019; 11,(3): 347-51. doi.10.58292/ct.v11.9530.
2. Murphy EM. Kelly AK, O'Meara C, Eivers B, Lonergan P, Fair S. Influence of bull age, ejaculate number, and season of collection on semen production and sperm motility parameters in Holstein Friesian bulls in a commercial artificial insemination centre. J Animal Sci. 2018; 96(6): 2408-18. doi.10.1093/jas/sky130.
3. Pavlyuk MV, Vovk SO. Age patterns of sexual function formation and reproductive biotechnology of bulls: Monograph. Kyiv: Institute of Agriculture of the Carpathian Region NAAS; 2024 [Ukrainian].
4. Vasconcelos JLM, Cooke RF. Bull reproductive development and sperm production enhancement. Proceeding Society Theriogenol. Annual Conference. 2020.https://www.ivis.org/library/sft/sft-theriogenology-annual-conference-online-2020/bull-reproductive-development-

and-sperm-production-enhancement.
5. Wrobel K. Prespermatogenesis and spermatogoniogenesis in the bovine testis. Anat Embryol. 2000; 202: 209-22.
6. Arteaga A, Baracaldo M, Barth AD. The proportion of western Canadian beef bulls with mature spermiograms at 11 to 15 months of age. Canad Vet J. 2001; 42:783-7.
7. Harstine BR, Cruppe LH, Abreu FM, Rodrigues AD, Dejarnette JM, Day ML. Impact of a timed-release FSH treatment from 2 to 6 months of age in bulls II: Endocrinology, puberty attainment, and mature sperm production in Holstein bulls. Theriogenology. 2018; 105:135-41. doi.10.1016/j.theriogenology.2017.09.019.
8. Rawlings N, Aravindakshan J, Dott B. Sexual maturation in the bull. Reprod Domest Animal. 2008; 43(2): 295-301. doi.10.1111/j.1439-0531.2008.01177.x.
9. Carvalho JB, Castilho CS, Moura LM, Fernandes CAC, Moura AA, Erickson BH. Early prepubertal testis criteria, seminiferous epithelium and hormone concentrations as related to testicular development in beef bulls. Animal Reproduct Sci. 2011; 124(1-2): 39-47. doi.10.1016/j.anireprosci.2011.01.016.
10. Leiter I, Mittmann V, Schaper MK. Schulze M, Schmicke M. Evaluation of hormones as candidate early biomarkers of Holstein bull performance around the first semen collection at artificial insemination centres. Reproduct Domest Animal. 2024; doi.10.1111/rda.14646.
11. Mahmood S, Kumar A, Singh R, Sarkar M, Singh G, Verma MR, Kumar G. Scrotal circumference: A predictor of testosterone concentration and certain seminal attributes influencing fertility of male buffaloes. Vet World. 2018; 11(6): 739-47. doi.10.14202/vetworld.2018.739-747.
12. Catussi BLC, Rezende RG, Jorge-Neto PN, Garcia-Oliveros LN, Cricio EA, Silva LO, Celeghini ECC, Baruselly PS. Beyond the scrotal circumference: Exploring phenotypic, nutritional and metabolic traits associated with early sexual development in young Nelore (Bos indicus) bulls. Theriogenology. 2025; 245. doi.10.1016/j.theriogenology.2025.117505.
13. Gebreyesus G, Lund MS, Kupisiewicz K, Su G. Genetic parameters of semen quality traits and genetic correlations with service sire nonreturn rate in Nordic Holstein bulls. J Dairy Sci. 2020; 103(8): 7384-92. doi.10.3168/jds.2019-17848.
14. Mann T. Fructoza w wydzielinie pecherzykow nasiennych i jej rola w metabolismie plembikow. Acta Biochim Polonica. 1966; 4: 459-73.
15. Toragall MM, Satapathy SK, Kadadevaru GG, Hiremath MB. Evaluation of seminal fructose and citric acid levels in men with fertility problem. J Human Reprod Sci. 2019;12(3): 199-203.doi.10.4103/jhrs.JHRS_155_18.
16. Almadaly EA, Abdel-Salam AS, Sahwan FM, Kahilo KA, Abouzed TK, El-Domany WB. Fertility-associated biochemical components in seminal plasma and serum of buffalo (Bubalus bubalis) bulls. Front Vet Sci. 2023;9:1043379. doi.10.3389/fvets.2022.1043379.
17. Velho AL, Menezes E, Dinh T, Kaya A, Topper E, Moura AA, Memili E. Metabolomic markers of fertility in bull seminal plasma. PLoS ONE. 2018; 13(4): e0195279. doi.10.1371/journal.pone.0195279.
18. Mann T. The termination of semen fructose. Microchem J. 1964; 8(2): 123-30. doi.10.1016/0026-265X964)90036-0.
19. Kline EE, Treat EG, Averna TA. Citrate concentrations in human seminal fluid and expressed prostatic secretions. J Urol. 2006; 176(5): 2274-9.
20. Morrell JM, Valeanu AS, Lundeheim N, Johannisson A. Sperm quality in frozen beef and dairy bull semen. Acta Vet Scand. 2018; 60(1): 41. doi.10.1186/s13028-018-0396-2.

Матеріал надійшов до редакції 24.02.2026