

Г. В. Максимюк¹, З. Д. Воробець¹, В. М. Максим'юк²
 ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ МЕДИЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ДАНИЛА ГАЛИЦЬКОГО¹
 ІНСТИТУТ СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА КАРПАТСЬКОГО РЕГІОНУ², ЛЬВІВ–ОБРОШИНО

ГОМЕОСТАЗ ІОНІВ СОЛЕЙ ЛУЖНИХ МЕТАЛІВ НАТИВНОЇ СПЕРМИ

Експериментально виявили три групи бугаїв, які постійно виділяють еякуляти з індивідуально низькою, середньою або високою концентрацією K^+ . Визначені різні рівні концентрації іонів дозволяють висунути припущення про генетичний контроль організму самця (плідника) за концентрацією K^+ у спермі та її зв'язок із запліднювальною здатністю сперматозоїдів.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: еякулят, кальцій, калій, натрій, запліднювальна здатність сперматозоїдів.

ВСТУП. Вивчення особливостей концентрації і співвідношень (гомеостазу) іонів органічних та неорганічних сполук сперми розпочато ще у XVIII столітті [6]. В загальних рисах учені акцентували увагу на визначенні параметрів вказаних показників та їх зв'язку з показниками якості сперматозоїдів нативної, розрідженої, еквіліброваної сперми і деконсервованих спермодоз [1–5, 12]. Однак опубліковані вченими повідомлення не в повну міру систематизовані, часткові й фрагментарні, а в окремих випадках – навіть суперечливі [7, 9, 10, 14–16]. Тому, з огляду на це, за визначеннями у спермі бугаїв лімітами (min...max) концентрації Ca^{2+} , K^+ , Na^+ спермальної плазми і сперматозоїдів вивчали особливості розподілу і співвідношень їх одно- ($Ca^{2+}:Ca^{2+}$, $K^+:K^+$, $Na^+:Na^+$) та різнойменних ($Na^+:K^+$, $K^+:Ca^{2+}$, $Na^+:Ca^{2+}$) пар у системі “клітина–середовище” (спермальна плазма, сперматозоїди та між ними).

МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ. Досліджували сперму 68 фізіологічно здорових чорно-рябих бугаїв місцевої, британофризької, німецької і голштинської порід, червоно-рябої голштинської породи, червоної датської, абердин-ангуської, симентальської і лімузинської порід віком 2–9 років. Отримали й оцінили 690 еякулятів. Межа (lim) концентрації сперматозоїдів в еякулятах становила 0,06–2,25 млрд/см³ сперми. Наведені показники визначали за приписами методик [11]. Результати досліджень аналізували методом варіаційної статистики [8] з використанням пакета програм “Microsoft Excel” персонального комп'ютера © Г. В. Максимюк, З. Д. Воробець, В. М. Максим'юк, 2012.

типу Pentium. Дані проведеного експерименту аналізували за розрахованими показниками середнього арифметичного (M), стандартної похибки (m), коефіцієнта варіації (C_v) і вірогідності різниці (p).

РЕЗУЛЬТАТИ Й ОБГОВОРЕННЯ. Аналіз результатів досліджень показав, що окремо взяті бугаї різних порід, різного віку в різні сезони року виділяли еякуляти з постійно однаковою концентрацією K^+ . Впродовж п'яти років у 151 еякуляті 13 бугаїв постійно визначали параметри низької (16–33 мМ), у 451 еякуляті 40 бугаїв – середньої (25–46 мМ), а у 88 еякулятах 15 бугаїв – високої (32–69 мМ) концентрації K^+ . Це означає, що відсоток бугаїв дослідної вибірки, секреторні тканини системи органів відтворення яких виділяють сперму з низькою концентрацією K^+ , становив 19, із середньою – 59, а з високою – 22 % (рис.).

Важливою ознакою виявленого феномена є те, що високі значення коефіцієнта варіації концентрації сперматозоїдів в еякулятах бугаїв усіх трьох дослідних груп ($C_v=54–63$ %) супроводжували його низькі значення для показників концентрації Ca^{2+} , які визначили у спермальній плазмі й сперматозоїдах еяку-

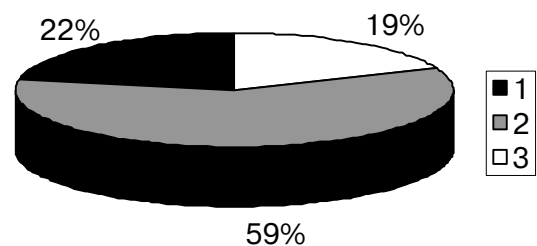


Рис. Кількість бугаїв дослідної вибірки (%) у групах з низькою (1), середньою (2) і високою (3) концентрацією калію.

лятів першої та другої груп ($C_v=13-23\%$). Однак в еякулятах третьої групи значення вказаного показника зростало до 36% . Ліміти відхилень від середніх значень показника суми концентрацій Ca^{2+} у спермі ($8,0-9,3\text{ мМ}$) та її розподілу між спермальною плазмою ($6,3-7,5\text{ мМ}$) і сперматозоїдами ($1,7-1,8\text{ мМ}$) незначні (табл. 1).

За високої нестабільності показників концентрації сперматозоїдів в еякулятах бугаїв усіх трьох груп ($p>0,5$ і $0,2$) тенденція до вірогідних змін ($p<0,1$, $0,02$, $0,05$) була властива лише показникам суми концентрацій Ca^{2+} у спермі та показникам відокремленої від сперматозоїдів спермальної плазми першої і другої та другої і третьої груп еякулятів.

Результати аналізу отриманих для спермальної плазми та сперматозоїдів показників концентрації K^+ і Na^+ свідчать про те, що високі, середні значення концентрації Na^+ спермальної плазми (81 і 70 мМ) та сперматозоїдів (21 і 18 мМ) еякулятів бугаїв першої і другої дослідних груп супроводжували, відповідно, низькі (16 і 27 та 6 і 11 мМ) показники концентрації K^+ . Якщо концентрації K^+ і Na^+ спермальної плазми та сперматозоїдів еякулятів першої і другої груп властива обернена залежність (висока Na^+ – низька K^+ або висока K^+ – низька Na^+), то у спермальній плазмі й сперматозоїдах еякулятів третьої групи концентрації K^+ (47 і 15 мМ) та Na^+ (56 і 14 мМ) майже однакові. При цьому вірогідність різниці показників

спермальної плазми, сперматозоїдів та їх суми між групами дуже висока ($p\leq 0,001$).

Цікавим слід вважати те, що показники співвідношень концентрацій різнойменних пар іонів спермальної плазми, сперматозоїдів та їх суми в еякулятах бугаїв кожної групи майже однакові. Різниця між ними становить лише $\pm 1-2$ частини вмісту (табл. 2).

Доцільно наголосити і на тому, що найвищі ($11-12:1$) значення числового виразу співвідношень $Na^+:Ca^{2+}$ властиві спермальній плазмі та сперматозоїдам еякулятів бугаїв першої і другої дослідних груп. Вказаний показник в еякулятах бугаїв третьої групи на 3 частини вмісту Na^+ однаково менший ($8:1$). Показовим також є те, що еякулятам усіх груп бугаїв притаманна стабільність показників, які характеризують співвідношення концентрацій $Na^+:K^+$, але їх величина в еякулятах бугаїв першої групи на $4-5$ частин вмісту Na^+ більша ($4-5:1$), ніж у третій ($1:1$). Це означає, що концентрації K^+ і Na^+ в еякулятах бугаїв третьої групи збігаються.

Аналогічно, але в $3-5$ разів вищу перемену значень показника співвідношень концентрацій вказаних пар іонів визначили між спермальною плазмою і сперматозоїдами. Якщо зменшення значень числового виразу співвідношень концентрацій $Na^+:K^+$ ($14:1$, $6:1$, $4:1$) та $Na^+:Ca^{2+}$ ($45:1$, $41:1$, $32:1$) було спрямоване від першої групи еякулятів до третьої, то $K^+:Ca^{2+}$ ($26:1$, $16:1$, $9:1$) – від третьої до першої. Однак

Таблиця 1 – Концентрація іонів у спермі, мМ

Група бугаїв	Кількість еякулятів (n)	Стат. показники	Концентрація сперматозоїдів, млрд/см ³	Ca ²⁺			K ⁺			Na ⁺		
				Спермальна плазма	Сперматозоїди	Σ	Спермальна плазма	Сперматозоїди	Σ	Спермальна Плазма	Сперматозоїди	Σ
Перша	151	M	1,04	7,52	1,82	9,34	15,56	5,80	21,36	81,48	21,21	102,69
		±m	0,14	0,27	0,07	0,28	0,68	0,48	1,02	2,39	0,89	1,92
		lim	0,1–2,2	4,8–9,5	1,0–2,2	6,7–12	12–23	2–10	16–34	68–107	11–27	93–123
		C _v	60,75	16,15	17,29	13,36	19,61	37,23	21,34	13,12	18,75	8,34
		p 1:2	>0,5	<0,02	>0,2	<0,02	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Друга	451	M	1,00	6,27	1,70	7,97	26,98	10,82	37,80	69,87	18,00	87,87
		±m	0,15	0,32	0,07	0,37	0,73	0,58	1,14	1,98	0,44	2,00
		lim	0,1–2,3	2,1–8,6	0,7–2,0	2,1–11	21–31	3–15	25–46	47–82	13–21	64–98
		C _v	63,46	22,38	16,99	20,47	11,81	23,23	13,14	12,37	10,64	9,94
		p 2:3	>0,5	<0,05	>0,5	<0,1	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Третя	88	M	0,82	7,26	1,76	9,02	46,64	14,79	61,43	55,91	14,38	70,29
		±m	0,12	0,40	0,17	0,55	1,83	0,76	2,44	2,08	0,63	2,28
		lim	0,2–1,7	3,3–9,1	0,6–2,5	3,9–12	26–54	6–19	32–69	48–69	12–18	62–87
		C _v	54,46	20,68	36,20	22,94	14,70	19,14	14,84	13,89	16,51	12,14
		p 1:3	>0,2	>0,5	>0,5	>0,5	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001

Таблиця 2 – Співвідношення концентрацій іонів у спермі, ч. в.*

Група бугаїв	Об'єкт	Пари					
		різноїменні			однойменні		
		Na ⁺ :K ⁺	K ⁺ :Ca ²⁺	Na ⁺ :Ca ²⁺	Ca ²⁺ :Ca ²⁺	K ⁺ :K ⁺	Na ⁺ :Na ⁺
Перша	Спермальна плазма	5:1	2:1	11:1	–	–	–
	Сперматозоїди	4:1	3:1	12:1	–	–	–
	Сперма, Σ	5:1	2:1	11:1	–	–	–
	Спермальна плазма: сперматозоїди	14:1	9:1	45:1	4:1	3:1	4:1
Друга	Спермальна плазма	3:1	4:1	11:1	–	–	–
	Сперматозоїди	2:1	6:1	11:1	–	–	–
	Сперма, Σ	2:1	5:1	11:1	–	–	–
	Спермальна плазма: сперматозоїди	6:1	16:1	41:1	4:1	2:1	4:1
Третя	Спермальна плазма	1:1	6:1	8:1	–	–	–
	Сперматозоїди	1:1	8:1	8:1	–	–	–
	Сперма, Σ	1:1	7:1	8:1	–	–	–
	Спермальна плазма: сперматозоїди	4:1	26:1	32:1	4:1	3:1	4:1

Примітка. ч. в. * – числовий вираз, який характеризує співвідношення високої концентрації іонів до низької між одно- та різнойменними парами.

величина співвідношень Na⁺:K⁺, K⁺:Ca²⁺, Na⁺:Ca²⁺ в еякулятах першої групи становила, відповідно, 14:1, 9:1, 45:1, другої – 6:1, 16:1, 41:1, третьої – 4:1, 26:1, 32:1. Важливим, з нашої точки зору, є те, що значення співвідношень однойменних пар іонів між спермальною плазмою і сперматозоїдами в еякулятах бугаїв усіх трьох груп однаково високе для Ca²⁺:Ca²⁺ і Na⁺:Na⁺ (4:1), але на 1–2 частини вмісту менше для K⁺:K⁺ (2–3:1).

ВИСНОВОК. Результати аналізу визначених параметрів концентрацій і співвідношень Ca²⁺, K⁺, Na⁺ свідчать про виявлену нами індивідуальну особливість бугаїв виділяти еякуляти з постійно низькою, середньою або високою концентрацією K⁺. Сформульований

висновок підтверджують дослідження, результати яких вказують на те, що наявність стабільно однакових показників концентрації іонів у спермі контролюється генетичними чинниками і передається плідникам у спадок [2, 3, 13–15]. Це дозволяє висунути на обговорення та експериментальне підтвердження (заперечення) гіпотезу про те, що генетичний контроль організму самця (плідника) за концентраціями (гомеостазом) вільних і зв'язаних з неорганічними та органічними сполуками іонів солей макро- і мікроелементів зумовлює наявність постійно однакових, індивідуально низьких, середніх або високих рівнів концентрації K⁺ у спермі людини, свійських і диких тварин та їх зв'язок із запліднювальною здатністю сперматозоїдів.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Варнавский А. Н. Микро- и макроэлементы спермы, их роль в воспроизводстве с.-х. животных / А. Н. Варнавский, С. Абсаматов. – Москва, 1991. – С. 28–42.
2. Канцедал В. И. Уровень концентрации натрия в сперме быков и ее оплодотворяющая способность / В. И. Канцедал // Науч. техн. бюллетень НИИЖ Лесостепи и Полесья УССР. – 1982. – № 34. – С. 37–39.
3. Кононов В. П. Трансмембранные перемещения ионов калия, натрия и кальция в сперматозоидах быков как показатели их биологической полноценности / В. П. Кононов, М. Мамбеталиев, В. Турбин // С.-х. биология. – 1993. – № 4. – С. 47–52.
4. Максим'юк В. М. Іони макроелементів у спермі бугаїв // Науковий вісник національного аграрного університету / В. М. Максим'юк // Проблеми

фізіології і патології відтворення тварин. – К., 2000. – № 22. – С. 156–161.

5. Максим'юк В. М. Кальцій, натрій, калій сперми бугаїв: вміст, розподіл, співвідношення / В. М. Максим'юк, Г. В. Зверева // Вісник аграрної науки. – 1997. – № 2. – С. 23–24.

6. Мишер Ф. Труды по биохимии / Ф. Мишер. – М., 1985. – С. 145–175.

7. Несмеянова Т. Н. Содержание электролитов в сперме с.-х. животных / Т. Н. Несмеянова // Доклады ВАСХНИЛ. – 1940. – № 40. – С. 28.

8. Плохинский Н. А. Биометрия / Н. А. Плохинский. – М., 1970. – 367 с.

9. Профиров Я. Ролята на плазмената мембрана в распределението на калий, натрий и кальций в спермата от коч при дълбоко замразяване / Я. Про-

фиоров, Н. Иванов, П. Попова // Вет. мед. науки. – 1986. – № 3. – С. 73–77.

10. Семаков В. Проницаемость цитоплазматических мембран сперматозоидов быка и хряка для натрия, калия, кальция и фосфора под влиянием низких температур / В. Семаков, Т. Рыжков // С.-х. биология. – 1976. – 11, № 2. – С. 200–204.

11. Технологія одержання сперми і способи оцінки життєздатності сперматозоїдів / [В. П. Буркат, О. Є. Гузеватий, Г. М. Седіло та ін.]. – Оброшино, 2006. – 42 с.

12. Aitken R. J. Sperm function test and fertility / R. J. Aitken // Int. Journal of Andrology. – 2006. – 29. – P. 69–75.

13. A sperm ion channel required for sperm motility and male fertility / D. Ren, B. Navarro, G. Perez [et al.] // Nature. – 2001. – 413 (6856). – P. 603–609.

14. Barfield J. P. Characterization of potassium channels involved in volume regulation of human spermatozoa / J. P. Barfield, C. H. Yeung, T. G. Cooper // Molecular Human Reproduction. – 2005. – 11. – P. 891–897.

15. Determinants of sperm quality and fertility in domestic species / A. M. Petrunkina, D. Waberski, A. R. Gunzel-Apel, E. Topfer-Petersen // Reproduction. – 2007. – 134. – P. 3–17.

16. Ion Transport in Sperm Signaling / A. Darszon, C. Beltran, R. Felix, T. Nishigaki // Developmental Biology. – 2001. – 240, Is. 1. – P. 1–14.

А. В. Максимюк¹, З. Д. Воробец¹, В. М. Максимьюк²
ЛЬВОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ ДАНИЛА ГАЛИЦКОГО¹
ИНСТИТУТ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА КАРПАТСКОГО РЕГИОНА², ЛЬВОВ-ОБРОШИНО

ГОМЕОСТАЗ ИОНОВ СОЛЕЙ ЩЕЛОЧНЫХ МЕТАЛЛОВ НАТИВНОЙ СПЕРМЫ

Резюме

Экспериментально обнаружили три группы быков, которые постоянно выделяют эякуляты с индивидуально низкой, средней или высокой концентрацией K^+ . Установленные различные уровни концентрации ионов позволяют выдвинуть предположение о генетическом контроле организма самца (производителя) по концентрации K^+ в сперме и ее связи с оплодотворяющей способностью сперматозоидов.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: эякулят, кальций, калий, натрий, оплодотворяющая способность сперматозоидов.

H. V. Maksymiuk¹, Z. D. Vorobets¹, V. M. Maksymiuk²
DANYLO HALYTSKIY LVIV NATIONAL MEDICAL UNIVERSITY¹
INSTITUTE OF AGRICULTURE OF CARPATHIAN REGION², LVIV-OBROSHYNO

HOMEOSTASIS OF IONS OF THE ALKALI METAL SALTS IN THE NATIVE SPERM

Summary

We have experimentally identified three groups of bulls, which constantly produce ejaculates with individually low, medium, or high concentration of K^+ . The determined variety of values of ion concentration lead to the assumption that male organism genetically controls K^+ concentration in the sperm and has influence on the fertilizing ability of sperm.

KEY WORDS: ejaculate, calcium, potassium, sodium, fertilizing ability of sperm.

Отримано 22.05.12

Адреса для листування: Г. В. Максимюк, вул. Енергетична, 24, кв. 39, Львів-26, 79026, Україна, e-mail: hanna.maksymjuk@gmail.com.