

УДК 612.616:544.726:591.46

**Г.В. МАКСИМ'ЮК**, кандидат біологічних наук

Львівський національний медичний університет імені Д. Галицького

**В.М. МАКСИМ'ЮК**, кандидат біологічних наук

**В.В. БОБРУШКО, О.Б. ДЯЧЕНКО**, наукові співробітники

Інститут землеробства і тваринництва західного регіону НААН

## **МЕЖІ КОНЦЕНТРАЦІЙ ТА СПІВВІДНОШЕНЬ $\text{Ca}^{2+}$ , $\text{K}^+$ , $\text{Na}^+$ У ТКАНИНАХ СТАТЕВИХ ОРГАНІВ БУГАЯ**

*У тканинах статевих органів бугая визначили широкі межі концентрацій  $\text{Ca}^{2+}$  (5 – 13),  $\text{K}^+$  (42 – 181),  $\text{Na}^+$  (112 – 340 мМ) і співвідношень  $\text{Na}^+:\text{Ca}^{2+}$  (14 – 37:1),  $\text{K}^+:\text{Ca}^{2+}$  (5 – 20:1),  $\text{Na}^+:\text{K}^+$  (1 – 5:1). Припустили, що низька, середня, висока концентрації  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Na}^+$  та їх співвідношення, формуючи в тканинах генеративних органів оптимальні умови для утворення структури сперматозоїдів і спермальної плазми, можуть сприяти їх пасивному або активному переміщенню каналом сім'япроводу.*

**Ключові слова:** *тканини статевих органів, кальцій, калій, натрій, концентрація, співвідношення і гомеостаз іонів.*

© Максим'юк Г.В., Максим'юк В.М.,  
Бобрушко В.В., Дяченко О.Б., 2010

Передгірне та гірське землеробство і тваринництво. 2010. Вип. 52. Ч. I.

За повноцінність координованої організмом самця (бугая) роботи системи статевих органів відповідають різні функції її складових. Тканини шкіри калитки здійснюють захисну і терморегуляторну функції, сім'яного канатика – трофічну і терморегуляторну, паренхіми яєчка – структуроутворювальну (сперматозоїдогенну), секреторну (андро- і плазмогенну) та транспортну, придатка яєчка, ампули сім'япроводу і додаткових статевих залоз (міхурцева, передміхурова, бульбоуретральна) – плазмогенну і транспортну, прутня – транспортну, терморегуляторну і захисну [1, 2].

У цьому зв'язку відомо, що інтенсивність перебігу наведених функцій тісно пов'язана з концентрацією, співвідношенням, розподілом і перерозподілом іонів між клітинами тканин, сперматозоїдами та середовищем, що їх оточує. Створюючи на поверхні цитоплазматичних мембран відповідне силове поле електричного потенціалу, іони регулюють швидкість перебігу фізико-хімічних, біохімічних та фізіолого-біохімічних процесів; ініціюють скоротливу активність структурних білків; беруть активну участь у формуванні здатності сперматозоїдів до переміщення вивідними каналами статевих органів самців і самок та до penetрації і запліднення яйцеклітин; сприяють збереженню інтенсивності руху сперматозоїдів у свіжоотриманій, розрідженій, еквіліброваній і розмороженій спермі [3 – 6].

Метою проведених досліджень було визначення у тканинах статевих органів бугая меж концентрацій та співвідношень  $Ca^{2+}$ ,  $K^+$ ,  $Na^+$ , гомеостаз яких ініціює формування запліднювальної здатності сперматозоїдів у нативній спермі та сприяє її збереженню в кріоконсервованій.

Досліджували зразки тканин шкіри калитки (*Cutis scrotum*), м'язовоеластичної оболонки (*Tunica dartos*), спеціальної піхвової оболонки (*Tunica vaginalis propria*), підіймача яєчка (*M. cremaster externus*), сім'яного канатика (*Funiculus spermaticus*), білкової оболонки (*Tunica albuginea*), яєчка (*Testis*), головки (*Caput epididymis*) і хвоста (*Cauda epididymis*) придатка яєчка (*Epididymis testis*), спермовиносної (екскреторної) протоки, або сім'япроводу (*Ductus deferens*), ампули сім'япроводу (*Ampulla ductus deferens*), міхурцевої (*Gl. vesiculosa*) і передміхурової (*Gl. prostata*) залоз, м'язів (*M. bulbocavernosus*, *M. bulbospongiosus*, *M. ischiocavernosus*), кореня (*Radix penis*), тіла (*Corpus penis*), головки (*Glans penis*) прутня (*Penis*) та препуціального мішка (*Praeputium*).

Зразки тканин відбирали після забою бугаїв 12 – 18-місячного віку чорно-рябої голштинської породи ( $n = 5$ ). Відібрану для досліджень наважку тканин висушували в термостаті за температури  $105\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Сухий залишок спалювали в муфельній печі ( $450\text{ }^{\circ}\text{C}$ ). Отриману золу переводили у розчин, в якому методом полуменевої фотометрії за методикою [3] визначали концентрацію  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{K}^{+}$ ,  $\text{Na}^{+}$ . Співвідношення  $\text{Na}^{+}:\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{K}^{+}:\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Na}^{+}:\text{K}^{+}$  позначили числовими виразами (ч.в.), які отримали внаслідок ділення показників високої концентрації  $\text{Na}^{+}$  і  $\text{K}^{+}$  на низьку  $\text{Ca}^{2+}$  та високої  $\text{Na}^{+}$  на низьку  $\text{K}^{+}$ .

Для зручності аналізу результатів досліджень нумерацію зразків тканин і органів дослідного ряду (№ 1 – 18) розмістили в таблицях 1 і 2 згідно з порядком їх розташування у статевій системі, що дає змогу відтворити особливості розподілу концентрацій та співвідношень  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{K}^{+}$ ,  $\text{Na}^{+}$  щодо властивих тканинам функцій. У цьому зв'язку стан гомеостазу іонів розглядаємо як один із чинників, що координує базові функції тканин і органів, які умовно поділили на три групи. В першу (I) включили захисну і терморегуляторну функції тканин калитки (№ 1 – 4). В другу (II) – трофічну функцію сім'яного канатика (№ 5) і білкової оболонки (№ 6); генеративну (сперматозоїдо-, андро-, плазмогенну) і транспортну функції яєчка (№ 7); генеративну (плазмогенну) і транспортну головки і хвоста придатка (№ 8, 9), ампули сім'япроводу (№ 11) і додаткових статевих залоз (№ 12, 13); транспортну сім'япроводу (№ 10). У третю (III) – транспортну і терморегуляторну функції прутня (№ 14 – 17) та захисну препуціаль-ного мішка (№ 18).

Результати досліджень свідчать, що межі мінімальних і максимальних концентрацій  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{K}^{+}$ ,  $\text{Na}^{+}$  відповідно становлять 5 – 13, 42 – 181 і 112 – 340 мМ. Різниця між ними – 8, 139 і 228 мМ. При цьому висока концентрація  $\text{Ca}^{2+}$  у тканинах препуціального мішка в 2,7 разу більша за низьку у сім'яному канатику,  $\text{K}^{+}$  у секреторній тканині паренхіми яєчка в 4,3 разу більша, ніж у сім'япроводі, а  $\text{Na}^{+}$  у тканинах головки прутня – в 3 рази більша, ніж у білковій оболонці яєчка (табл. 1, 3).

Оскільки різниця між мінімальними та максимальними показниками концентрації  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{K}^{+}$ ,  $\text{Na}^{+}$  у тканинах є достатньо значною, то отримані дані виокремили у три підгрупи. В першу включили тканини № 1, 3, 5, 10 з низькою ( $< 6$  мМ) концентрацією  $\text{Ca}^{2+}$ ; № 1, 3, 5, 6, 8 – 10 з низькою ( $< 60$  мМ)  $\text{K}^{+}$  та № 1, 6 з низькою ( $< 150$  мМ)  $\text{Na}^{+}$ . В другу – № 2, 4, 6, 7, 9, 11 – 16 з середньою (6 – 10 мМ)  $\text{Ca}^{2+}$ ; № 2, 7, 16 – 18 з середньою (60 – 90 мМ)  $\text{K}^{+}$  та № 3, 5, 10, 11, 13 – 15, 18 з середньою (150 – 200 мМ)  $\text{Na}^{+}$ . В третю – № 8, 17, 18 з

високою (> 10 мМ)  $\text{Ca}^{2+}$ ; № 4, 7, 11 – 15 з високою (> 90 мМ)  $\text{K}^+$  та № 2, 4, 7 – 9, 12, 16, 17 з високою (> 200 мМ)  $\text{Na}^+$ .

### 1. Концентрація іонів у зразках тканин і органів, мМ

Групи	№	Зразки	Базові функції	$\text{Ca}^{2+}$	$\text{K}^+$	$\text{Na}^+$
I	1	Шкіра калитки	захисна	5,3	52	145
	2	М'язовоеластична оболонка	термо-регуляторна	6,7	62	237
	3	Спеціальна піхвова оболонка	термо-регуляторна	5,5	47	171
	4	Підіймач яєчка	термо-регуляторна	9,5	95	252
II	5	Сім'яний канатик	трофічна	4,9	54	144
	6	Білкова оболонка	трофічна	7,7	88	112
	7	Яєчко	генеративна	8,9	181	235
	8	Головка придатка	генеративна	10,1	81	278
	9	Хвіст придатка	генеративна	6,8	77	249
	10	Сім'япровід	транспортна	5,1	42	172
	11	Ампула сім'япроводу	генеративна	7,7	138	196
	12	Міхурцева залоза	генеративна	8,5	114	232
	13	Передміхурова залоза	генеративна	6,7	98	154
III	14	М'язи прутня	транспортна	6,7	124	157
	15	Корінь прутня	транспортна	7,8	113	159
	16	Тіло прутня	транспортна	6,8	67	208
	17	Головка прутня	транспортна	11,3	71	340
	18	Препуціальний мішок	захисна	13,4	64	189

Аналіз результатів досліджень вказує на те, що інтенсивність захисної, терморегуляторної, трофічної, генеративної і транспортної функцій тканин системи статевих органів пов'язана із сформованим гомеостазом низьких, середніх та високих концентрацій іонів. При цьому слід зазначити, що низька концентрація  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Na}^+$  властива епітеліальній та опорнотрофічній тканинам шкіри калитки;  $\text{Ca}^{2+}$  і  $\text{K}^+$  – еластичній епітеліальній та опорнотрофічній спеціальній піхвової

оболонки, сім'яного канатика і сім'япроводу;  $K^+$  і  $Na^+$  – серозній тканині білкової оболонки яєчка;  $K^+$  – секреторній тканині головки і хвоста придатка. Середню концентрацію  $Ca^{2+}$  визначили в тканинах м'язовоеластичної оболонки калитки; підіймача яєчка та його білкової оболонки і паренхіми; хвоста придатка, ампули сім'япроводу, міхурцевої і передміхурової залоз; м'язів, кореня і тіла прутня. Однак середня концентрація  $K^+$  властива тільки тканинам м'язовоеластичної оболонки, тіла і головки прутня та препуціального мішка, а  $Na^+$  – спеціальної піхвової оболонки, сім'яного канатика, сім'япроводу та його ампули, передміхурової залози, м'язів і кореня прутня та препуціального мішка.

## 2. Співвідношення іонів у зразках тканин і органів, ч.в.

Групи	№	Зразки	Базові функції	$Na^+:Ca^{2+}$	$K^+:Ca^{2+}$	$Na^+:K^+$
I	1	Шкіра калитки	захисна	27:1	10:1	2,8:1
	2	М'язовоеластична оболонка	терморегуляторна	35:1	9:1	3,8:1
	3	Спеціальна піхвова оболонка	терморегуляторна	31:1	9:1	3,6:1
	4	Підіймач яєчка	терморегуляторна	27:1	10:1	2,7:1
II	5	Сім'яний канатик	трофічна	30:1	11:1	2,7:1
	6	Білкова оболонка	трофічна	15:1	11:1	1,3:1
	7	Яєчко	генеративна	26:1	20:1	1,3:1
	8	Головка придатка	генеративна	28:1	8:1	3,4:1
	9	Хвіст придатка	генеративна	37:1	11:1	3,2:1
	10	Сім'япровід	транспортна	34:1	8:1	4,1:1
	11	Амбула сім'япроводу	генеративна	25:1	18:1	1,4:1
	12	Міхурцева залоза	генеративна	27:1	13:1	2,0:1
	13	Передміхурова залоза	генеративна	23:1	15:1	1,6:1
III	14	М'язи прутня	транспортна	23:1	19:1	1,3:1
	15	Корінь прутня	транспортна	20:1	14:1	1,4:1
	16	Тіло прутня	транспортна	31:1	10:1	3,1:1
	17	Головка прутня	транспортна	30:1	6:1	4,8:1
	18	Препуціальний мішок	захисна	14:1	5:1	2,9:1

Співвідношення  $\text{Na}^+:\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{K}^+:\text{Ca}^{2+}$  і  $\text{Na}^+:\text{K}^+$  у тканинах системи статевих органів також є різними (табл. 2, 3).

Якщо низьке співвідношення  $\text{Na}^+:\text{Ca}^{2+}$  властиве лише тканинам препуціального мішка, високе – м'язовоеластичної і спеціальної піхвової оболонки, хвоста придатка, сім'япроводу і тіла прутня, то середнє має значно більша кількість тканин, а саме: шкіра калитки, підіймач яєчка, сім'яний канатик, білкова оболонка, паренхіма яєчка, головка придатка, ампула сім'япроводу, міхурцева і передміхурова залози, м'язи, корінь і головка прутня.

Низьке співвідношення  $\text{K}^+:\text{Ca}^{2+}$  характерне для дещо більшої кількості тканин, а саме: м'язовоеластичної і спеціальної піхвової оболонки, головки придатка, сім'япроводу, головки прутня і препуціального мішка. Середнє співвідношення  $\text{K}^+:\text{Ca}^{2+}$  мають тканини шкіри калитки, підіймача яєчка, білкової оболонки, хвоста придатка, міхурцевої і передміхурової залоз, тіла прутня; але високе – властиве лише тканинам яєчка, ампули сім'япроводу, м'язів і кореня прутня.

### 3. Межі концентрацій (мМ) та співвідношень (ч.в.) іонів

Показники	$\text{Ca}^{2+}$	$\text{K}^+$	$\text{Na}^+$	$\text{Na}^+:\text{Ca}^{2+}$	$\text{K}^+:\text{Ca}^{2+}$	$\text{Na}^+:\text{K}^+$
Низькі	< 6	< 60	< 150	< 15:1	< 10:1	< 2:1
Середні	6–10	60–90	150–200	15–30:1	10–15:1	2–3:1
Високі	> 10	> 90	> 200	> 30:1	> 15:1	> 3:1

Для переважної більшості тканин органів статевої системи бугая характерне низьке співвідношення  $\text{Na}^+:\text{K}^+$ . Його визначили в тканинах білкової оболонки, паренхіми яєчка, ампули сім'япроводу, міхурцевої і передміхурової залоз та кореня прутня. Тканинам шкіри калитки, підіймача яєчка, сім'яного канатика і препуціального мішка властиве середнє співвідношення  $\text{Na}^+:\text{K}^+$ . Однак даний показник у тканинах м'язовоеластичної і спеціальної піхвової оболонки, головки і хвоста придатка, сім'япроводу, тіла і головки прутня та препуціального мішка – високий.

Таким чином, наведені результати досліджень свідчать, що неоднакова концентрація і різне співвідношення  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Na}^+$ , формуючи у тканинах органів статевої системи бугая співвідносний до них гомеостаз іонів, можуть впливати на інтенсивність перебігу біохімічних та біофізичних процесів, які координують захисну, терморегуляторну, трофічну, генеративну і транспортну функції органів. Це означає, що регульований організмом самця (бугая) гомеостаз  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Na}^+$  може також впливати на здатність

сперматозоїдів до активного або пасивного переміщення каналом сім'япроводу та на тривалість збереження їх функціональної повноцінності в нативній і кріоконсервованій спермі.

### **Висновки**

1. Епітеліальній, м'язовій, опорнотрофічній і секреторним тканинам органів статеві системи бугая властива неоднакова концентрація  $\text{Ca}^{2+}$  (5 – 13 мМ),  $\text{K}^+$  (42 – 181 мМ),  $\text{Na}^+$  (112 – 340 мМ) та різне співвідношення  $\text{Na}^+:\text{Ca}^{2+}$  (14 – 37:1),  $\text{K}^+:\text{Ca}^{2+}$  (5 – 20:1) і  $\text{Na}^+:\text{K}^+$  (1 – 5:1).

2. Низька, середня і висока концентрації  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Na}^+$  та їх співвідношення визначають інтенсивність захисної, терморегуляторної, трофічної, генеративної і транспортної функцій тканин статевих органів бугая та особливості взаємозв'язків між іонами.

3. Неоднакові концентрації та різні співвідношення  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Na}^+$  формують у тканинах системи статевих органів бугая співвідносний до них гомеостаз іонів, забезпечують оптимальні умови для утворення структури сперматозоїдів в яєчках та виділення спермальної плазми з придатків і додаткових залоз, що може сприяти їх пасивному або активному переміщенню каналом сім'япроводу.

### **Література**

1. Козловський І. В. Стан репродуктивної функції у хворих крипторхізмом / І. В. Козловський // Урологія. – 2000. – № 2. – С. 65 - 69.
2. Тиктинский О. Руководство по андрологии / О. Тиктинский. – Л. : Медицина, 1990. – 416 с.
3. Оцінка впливу умов кріоконсервації на гомеостаз  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Na}^+$  у сперматозоїдах і спермальній плазмі / Г. В. Максим'юк [та ін.] // Клінічна та експериментальна патологія. – 2005. – Т. 4, № 1. – С. 116 – 120.
4. Aranha I. Concentration of cations in different parts of male reproductive system system and their influence on in vitro sperm motility in lizard, *Mabuya carinata* Schneider / I. Aranha, M. Bhagya, H. N. Yajurvedi // Indian J. Exp. Biol. – 2008. – V. 46 (10). – P. 720 – 724.
5. Nirmal B. Epididymal influence on acquisition of sperm motility in the gekkonid lizard *Hemidactylus flaviviridis* / B. Nirmal, U. Rai // Arch. Androl. – 1997. – V. 39. – P. 105 – 109.
6. Toshimori K. Biology of spermatozoa, maturation: an overview with an introduction to this tissue / K. Toshimori // Micr. res. & Tech. – 2003. – V. 61. – P. 1 – 5.