

СПЕРМАТОЛОГІЯ: СТАН І ПЕРСПЕКТИВИ

В. М. Давиденко, С. П. Кот

Миколаївський державний аграрний університет

Визначається сперматологія як наука про сперму і спермії, що тісно пов'язана з видом тварин, породою, умовами утримання і годівлі, сезоном року, режимом експлуатації плідників та технологією заморожування і зберігання сперми. Характеризується сперма і спермії, як складні біологічні системи. Визначається значення сперматології у вдосконаленні методів біотехнології відтворення тварин, племінної справи, пізнання явищ телегонії, поліандрії і генетики.

Актуальність проблеми. Сперматологія — біологічна наука XXI століття, яка, значною мірою, забезпечить подальший науково-технічний прогрес біотехнології і племінної справи в тваринництві. Сперматологія зробить значний внесок до вивчення явища телегонії, генетики і хвильової генетики, поліандрії в тваринництві і людини. Вона вимагає органічного поєднання біологічних, фізичних, біохімічних, молекулярних методів дослідження. Сперматологія заслуговує на належне місце серед біологічних наук.

Викладення теми. Сперма і спермії — дивовижне досягнення реалізації життя в умовах планети Земля і є основним предметом дослідження сперматології. Сперма і спермії різних видів тварин характеризується суттєвими загальними і дуже різними біологічними, фізичними і біохімічними властивостями. Сперму ссавців і, зокрема сільськогосподарських тварин, вивчали Л. Спалланцані, А. Левенгук, Прево і Дюма, І. І. Іванов, В. К. Милованов, Н. П. Шергін, І. В. Смирнов, В. А. Яблонський, Ф. І. Осташко, А. П. Кругляк, В. М. Давиденко, І. С. Шинкаренко, О. І. Ігнатенко, М. П. Журавель та багато інших вітчизняних і зарубіжних дослідників різних часів. Але і сьогодні це є актуальний і оригінальний об'єкт дослідження, що має теоретичне і практичне значення як для біології, біотехнології, так і для еволюції життя щодо передачі інформації від покоління до покоління, забезпечення вічності життя. Сьогодні сперматологія окрема галузь біологічної і біотехнологічної наук зі своїм оригінальним предметом і методами досліджень [1–15].

Сперма, як секрет статевих залоз самців, що виділяється при статевому акті, формується зі сперміїв, рідини придатка сім'яника та секретів додаткових статевих залоз. Це складна біологічна система, де діють біологічні, фізичні, біохімічні, електричні і хвильові процеси і явища. Серед них одні уже добре вивчені, а інші (зокрема телегонія, поліандрія, електричні і хвильові явища тощо) є проблемними і вивчаються дослідниками на сучасному етапі. В умовах сучасного тваринництва сперма є також і товар, оскільки налагоджено її одержання, консервування, нею торгують, вона має вартість. За рівнем вартості сперма — продукт, що має дуже високу ціну. Серед різноманітних видів продукції тварин, більш високу ціну мають лише отрути рептилій, скорпіонів та бджіл. У середньому вартість 1 кг сперми плідників сільськогосподарських тварин нині становить 250–300 тисяч доларів.

За хімічним складом сперма містить сухі речовини та 88–97 % води за масою. Об'єм сперми в одному еякуляті у різних видів тварин неоднаковий: у бугаїв — 4–8 мл, у баранів — 1–2, у кнурів — 200–500, у жеребців — 100–300, у людини — до 3мл. У різних видів тварин в рідкій частині сперми переважають ті чи інші секрети статевих залоз з різними біохімічними властивостями і вмістом різних біологічно активних речовин, зокрема ферментів. Тому і функції ці компоненти виконують різні. Так, до 40–60 % еякуляту баранів припадає на рідину придатків сім'яників, у бугаїв до 40 % об'єму становлять секрети міхурцевих залоз. Основну частину еякуляту (до 55–70 %) кнурів становлять секрети міхурцевих залоз [1, 2, 3, 9, 15].

Фізіологічно функція секретів додаткових статевих залоз зводиться, головним чином, до наступного: промивають сечовивідний канал; виводять сперміїв зі стану

анабіозу; значно збільшують об'єм еякуляту; розріджують сперму; проштовхують сперму статевими шляхами самців і самок під час статевого акту; закупорюють канал шийки матки самок, не дозволяючи витікати спермі у вагіну, де умови для переживання спермійв не сприятливі.

Якісні і кількісні показники сперми оцінюють зразу після одержання еякуляту, після розрідження, після адаптації перед заморожуванням, після розмороження перед використанням. Оцінюють кожний еякулят сперми. Проте єдиним об'єктивним показником якості сперми плідників є її запліднювальна здатність. Якщо після використання для осіменіння сперми плідника 50 % самок перегулює, то такого плідника вибраковують.

Сперму за якістю оцінюють органолептично, окомірно, мікроскопічно та за санітарним станом. Органолептично та окомірно визначають колір, запах, густину, консистенцію. Мікроскопічно визначають рухливість, концентрацію, резистентність спермійв, а санітарна оцінка спрямована на визначення мікробної та механічної забрудненості сперми. При визначенні якісних показників сперми, її оцінюють за рухливістю, резистентністю, виживанням *in vitro*, аглютинацією, наявністю патологічних форм спермійв. Сперму оцінюють за кількісними показниками, визначаючи об'єм еякуляту, концентрацію спермійв у 1 мл, загальну кількість спермійв в еякуляті. Слід особливо відзначити, що недостатньо оцінювати сперму за одним якимось показником, бажано визначати якомога більше показників, оскільки, сперма — це складна, інтегрована і динамічна біологічна система. Сперма характеризується певними показниками осмотичного тиску. Знання нормального осмотичного тиску сперми має особливе значення для визначення складу синтетичного розріджувача. Сперма характеризується електропровідністю і певним співвідношенням електролітів та неелектролітів. Для сперми характерна буферність її плазми.

Спермій — високодиференційована статеві клітина (гамета) ссавців, багатьох інших таксономічних одиниць тваринного і рослинного світу, яка поєднує в собі минулу, сучасну і майбутню генетичну інформацію виду. В організмі тварин спермій утворюються в процесі сперматогенезу в сім'яниках. Сперматогенез підрозділяють на стадії розмноження, росту і дозрівання. На стадії розмноження із зародкових клітин, шляхом ділення, утворюються сперматогонії. На стадії росту зі сперматогоній утворюються сперматоцити 1-го порядку, а потім — сперматоцити 2-го порядку. На стадії дозрівання зі сперматоцитів 2-го порядку утворюються сперматиди і, на кінець — спермій. Сперматогенез — це складний процес перетворення диплоїдних статевих клітин тварин і рослин у гаплоїдні, відносно незалежні від організму, які навіть здатні жити поза організмом. Так, у ссавців спермій здатні жити поза організмом протягом хвилин (у кнурів — години). Спермій птахів у статевих органах самок живуть до 1–2 тижнів. Досить довго живуть спермій риб у воді (прісній і солоній). Ще довше живуть спермій бджіл, а у кажанів спермій в геніталіях самок живуть до 4–5 місяців.

З часу першого описання спермійв ссавців у 1677 році А. Левенгуком, що дало уяву про загальні зовнішню форму і рух спермійв, нині досягнуті значні успіхи щодо вивчення будови і функції спермійв, аж до молекулярного рівня.

Довжина спермійв баранів і бугаїв становить 70–73 мкм, жеребців — близько 60, кнурів — до 50, кролів — до 52, людини — до 70 мкм. Великими розмірами характеризуються спермій жаб (до 2250 мкм) та у комах — довжина спермійв сягає декількох міліметрів. Дуже різноманітні спермій за формою і будовою. Так, у хребетних спермій мають джгутик (хвіст), з допомогою якого вони рухаються. У голкошкірих (зокрема, у морських зірок) спермій мають три хвости. Головка спермійв ссавців має форму злегка скривленої овальної пластинки, опуклої з одного боку і увігнутої з другого. У сільськогосподарських птахів головка спермійв виражена слабо. У середній і задній частинах головки міститься ядро спермія. Довжина головки спермія становить у ссавців від 7 до 10 мкм. Об'єм спермійв дуже малий — від 60 до 125 мкм³. За об'ємом спермійв приблизно у 10–20 тисяч разів менші за яйцеклітину ссавців, а у птахів ці співвідношення ще значно більші. Передня частина головки спермія, що утворює ніби ковпачок, містить

особливе утворення — акросому. Акросома і ядро вкриті тонким шаром протоплазми. Площа вершини акросоми дорівнює приблизно $0,002 \text{ мкм}^2$.

Спермій містить дуже мало цитоплазми. Головка спермія майже повністю зайнята ядром. На відміну від яйця, спермії мають дуже малий запас резервних поживних речовин.

Довжина шийки спермія становить приблизно $0,5 \text{ мкм}$. Тут розміщені проксимальна і дистальна центріолі. Це дуже вразлива щодо зовнішніх факторів (температури, тоничності тощо) частина спермія. Хвіст спермія побудований з двох осевих білкових фібрил, які оточені дев'ятьма подвійними фібрилами. Ці фібрили прикріплені до базального тільця (гранули), що знаходиться в шийці. З базального тільця ці фібрили, мабуть, і походять. Хвіст сперміїв може бути довгим або коротким, гнучким або жорстким. Він може здійснювати вібрацію у вигляді ундулювання або гвинтоподібних рухів. Хвіст — це орган руху сперміїв.

Спермії, як генеративні клітини, володіють унікальними властивостями і функціями. Для сперміїв ссавців і птахів властивий прямолінійний поступальний рух проти течії (реотаксис), а для сперміїв риб та інших гідробіонтів із зовнішнім заплідненням — круговий (манежний). Спермії баранів і бугаїв рухаються з швидкістю $4\text{--}6 \text{ мм}$, а людини — $3\text{--}4 \text{ мм}$ за 1 хв .

Механізм просування сперміїв у статевих шляхах самок — процес складний і залежить від якості сперми, функціонального стану матки та способу осіменіння. У тварин з вагінальним способом природного парування спермії просуваються через шийку, а також через тіло і роги матки головним чином за рахунок всмоктувальної дії матки, перистальтичних скорочень м'язів статевих шляхів. Далі спермії просуваються через розслаблений сфінктер, що знаходиться на межі істмусу яйцепроводів і верхівки рогів матки за рахунок власної рухливості і перистальтики гладеньких м'язів стінки яйцепроводів. Їх рух тісно пов'язаний з функцією яєчників, овуляцією, фізіологічним і клінічним станом матки тощо. Спермії характеризуються інтенсивним обміном речовин. Цей процес здійснюється під впливом цілого ряду дихальних ферментів — цитохромоксидази, дегідрогенази, цитохромів і рибофлавіну. Оболонка і мембрани сперміїв за своїми фізико-хімічними властивостями є напівпроникливими. Через них проходить в обох напрямках вода, кисень, двоокис вуглецю.

Спермії несуть в собі генетичну спадкову інформацію. Вони мають половинний набір хромосом. Спермії ссавців неоднорідні, вони бувають двох типів «хх» та «ху», тоді як яйцеклітини бувають тільки типу «хх». Отже, у ссавців визначають стать потомства спермії. Спермії активують яйце і збуджують його до розвитку. Вони забезпечують утворення в яйці диплоїдного ядра за рахунок злиття гаплоїдних ядер яйцеклітини і спермія.

До факторів зовнішнього середовища, що здійснюють безпосередній вплив на сперміїв необхідно віднести осмотичний тиск, іонний склад середовища, рН середовища, температуру, світло, дезінфікуючі речовини тощо.

Свіжоодержана сперма баранів, бугаїв має нейтральну або слабо кислу реакцію, а кнурів і жеребців — слабколужну. За умов зберігання сперми баранів і бугаїв при плюсових температурах, через швидке нагромадження молочної кислоти, рН змінюється до $6,2\text{--}6,0$, хоча для сперми властива буферність, що забезпечується наявністю в ній солей слабких кислот, таких як вугільна, молочна, лимонна, фосфорна, а також білків.

Температура є одним з найбільш активних факторів навколишнього середовища для сперміїв. Ще І. І. Іванов звертав увагу, що зниження температури забезпечувало подовження життя сперміїв. Саме при низьких температурах можливе тривале зберігання сперми, без втрати ними запліднювальної здатності. Але при швидкому охолодженні сперми спостерігається явище «холодового удару». При цьому спостерігається незворотне зниження рухливості сперміїв і навіть їх загибель за умов швидкого охолодження від температури тіла до 0°C . Прояви «холодового удару» спостерігаються при охолодженні до $+17^\circ\text{C}$. Шоковий поріг «холодового удару» знаходиться в температурному інтервалі від $+12$ до $+5^\circ\text{C}$. Чутливість сперміїв до «холодового удару» не зникає при зберіганні сперми при $37\text{--}40^\circ\text{C}$. У роботах І. В. Смирнова; В. К. Милованова та І. І. Соколовської

пояснюється виникнення «холодового удару» невідповідністю між значною активізацією обміну речовин спермійів і затвердінням основного субстрату їх метаболізму — плазмагену, в результаті блокуються життєво важливі процеси метаболізму спермійів. Для профілактики «холодового удару» застосовують повільне охолодження сперми, вводять в сперму фосфоліпіди, здійснюють витримку спермійів перед охолодженням тощо.

Особливо чутливі до швидкого охолодження спермії в свіжоодержаній спермі. Протягом зберігання сперми при кімнатній температурі чутливість спермійів до «холодового удару» зменшується, але не зникає. Спермії, одержані з каналу придатка сім'яника, трохи менш чутливі до «холодового удару». В момент еякуляції чутливість до «холодового удару» спермійів зростає. Це явище можна пояснити тим, що в придатках сім'яника спермії знаходяться в стані анабіозу, після змішування з секретами придаткових залоз вони активуються і набувають інтенсивного руху. «Холодовий удар» проявляється з тим більшою силою, чим більший перепад температури при швидкому охолодженні. Так, при охолодженні сперми від +38 °С до 0 °С гинуть майже всі спермії, тоді як після швидкого охолодження від +20 °С до 0 °С живими може залишатися до 30–50 % спермійів.

Підвищення температури до 42 °С само по собі не має шкідливої дії на сперміїв. Але при таких температурах швидше витрачаються енергетичні ресурси спермія і нагромаджуються шкідливі продукти обміну (молочна кислота, аміак). Температура понад 42 °С викликає глибокі порушення в сперміях і вони гинуть .

В И С Н О В К И

1. Сперматологія — наука, предметом дослідження якої є сперма і спермії. Вона визначає науково-технічний прогрес біотехнології відтворення, племінної справи. Сперматологія забезпечує вивчення явищ телегонії, генетики і хвильової генетики, поліандрії тощо.

2. У різних видів тварин сперма характеризується як подібними, так і дуже різними властивостями. Єдиним об'єктивним якісним показником сперми є її запліднювальна здатність.

3. Спермії — високо диференційовані статеві клітини ссавців, які поєднують в собі інформацію минулого, сучасного і майбутнього виду. Вони надзвичайно складні за генезисом і будовою.

4. Спермії дуже чутливі до факторів зовнішнього середовища, зокрема, осмотичного тиску, іонного складу, рН середовища, температури, світла, дезінфікуючих засобів тощо.

Перспективи подальших досліджень. Перспективи сперматології визначаються інтеграцією досліджень біології, фізики, хімії, біотехнології сперми і спермійів з генетичними (як носіїв спадкової інформації). Актуальним є також дослідження сперми і спермійів як носіїв явища телегонії щодо теоретичного і практичного значення. Нові знання у сперматології, значною мірою, визначатимуть фізіологічні параметри утримання і годівлі плідників, технології одержання, заморожування, тривалого зберігання і використання їх сперми.

SPERMATOLOGY: THE STATE AND PERSPECTIVE

V. M. Davidenko, S. P. Kot

S U M M A R Y

The spermatology is determined as science about sperm and spermatozoon which is connected with the species of animals, breed and conditions of maintenance and feeding, the season of a year; the regime of exploitation of sires and technology of freezing and conservation of sperm. The sperm and spermatozoon are characterized as the compound biological systems. The meaning of spermatology is determined in improving of methods in biotechnology in the reproduction of animals, breeding, knowledge of the phenomena of telegony, polyandry and genetics.

СПЕРМАТОЛОГИЯ: СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ

В. М. Давиденко, С. П. Кот

АННОТАЦИЯ

Определяется сперматология как наука о сперме и спермиях, что тесно связана с видом животных, породой, условиями содержания и кормления, сезоном года, режимом эксплуатации производителей и технологией замораживания и сохранения спермы. Характеризуются сперма и спермии как сложные биологические системы. Определяется значение сперматологии в совершенствовании методов биотехнологии воспроизводства животных, племенного дела, познания явлений телегонии, полиандрии и генетики.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Андріївський В. Я.* Ветеринарне акушерство, гінекологія і штучне осіменіння / В. Я. Андріївський, І. В. Смирнов. — К. : Вища школа, 1971. — 418 с.
2. *Давиденко В. М.* Теорія і практика використання племінних баранів / В. М. Давиденко. — Миколаїв : МДАУ, 2004. — С. 38–55.
3. *Давиденко В. М.* Біотехнологічні фактори інтенсифікації відтворення овець / В. М. Давиденко. — К. : Аграрна наука, 1998. — 252 с.
4. *Давиденко В. М.* Вплив різних режимів відтавання сперми на активність сперміїв у бугаїв червоної степової породи / В. М. Давиденко, Н. П. Чунсина // Вісник сільськогосподарської науки. — К., 1977. — № 3. — С. 23–26.
5. *Давиденко В. М.* Влияние технологической обработки спермы на состояние акросомного комплекса у спермиев баранов и быков / В. М. Давиденко, Н. П. Чунсина // НТБ УНИИЖ «Аскания Нова». — Херсон : УНИИЖ «Аскания Нова», 1980. — Вып.1. — С. 52.
6. *Давиденко В. М.* Якісні показники сперми плідників різних порід у залежності від режиму заморожування : зб. «Розведення і штучне осіменіння великої рогатої худоби» / В. М. Давиденко, Н. П. Чунсина. — К. : Урожай, 1981. — Вип. 13. — С. 62–65.
7. *Журавель М. П.* Технологія відтворення сільськогосподарських тварин / М. П. Журавель, В. М. Давиденко. — К. : Слово, 2005. — 236 с.
8. *Карташов І. І.* Штучне осіменіння сільськогосподарських тварин з основами акушерства / І. І. Карташов, Г. С. Шарапа. — К. : Вища школа, 1989. — 304 с.
9. *Милованов В. К.* Биология воспроизведения и искусственное осеменение сельскохозяйственных животных / В. К. Милованов. — М. : Изд. сельхоз. мат., 1962. — 698 с.
10. *Осташко Ф. И.* Глубокое замораживание и длительное хранение спермы производителей / Ф. И. Осташко. — К. : Урожай, 1978. — 254 с.
11. *Осташко Ф. И.* Биотехнология воспроизводства крупного рогатого скота / Ф. И. Осташко. — К. : Аграрна наука, 1995. — 184 с.
12. *Шергин Н. П.* Биохимия сперматозоидов сельскохозяйственных животных / Н. П. Шергин. — М. : Колос, 1967. — 240 с.
13. *Яблонский В. А.* Антигенная структура живчиков хряка : тез. докл. Всесоюз. симп. по иммунологии воспроизведения / В. А. Яблонский, И. И. Хомяк. — М., 1980. — С. 47.
14. *Яблонський В. А.* Акушерство, гінекологія та штучне осіменіння с.-г. тварин / В. А. Яблонський. — Кам'янець-Подільський СГІ, 1990. — 173 с.
15. *Яблонский В. А.* Породные возрастные и сезонные различия фруктолиза в сперме быка : Труды Кишиневского СХИ / В. А. Яблонський. — 1976. — № 167. — С. 71–75.

Рецензент: доктор ветеринарних наук, професор, членкор НААН України
Р. С. Федорук.