

ед. (42 дня).

По мере увеличения срока откорма цыплят наблюдалась отчётливо выраженная тенденция к повышению убойного выхода, выхода потрошённых тушек, как у петушков, так и у курочек, а также наблюдается повышение выхода самой ценной части тушки – грудной (на 0,78 %). Эта тенденция прослеживается и по увеличению выхода бедренной части, каркаса и внутреннего жира. В то же время, с возрастом уменьшается выход менее ценных в пищевом отношении частей тушки – крыла.

Уровень рентабельности производства мяса при выращивании бройлеров до 42 дней, вместо 38, повышается на 12,65 п.п. Сдача птицы на убой в возрасте 35 дней не несёт птицеводческим хозяйствам существенной выгоды.

#### Литература

1. Стрельцов, В. А. Морфологический состав, рост и сохранность цыплят-бройлеров в зависимости от массы инкубационных яиц / В. А. Стрельцов, Е. В. Петрушина, В. Ф. Пинчук // Вестник ФГБОУ ВПО «Брянская ГСХА». – 2013. – № 2. – С. 18-22.
2. Стрельцов, В. А. Продуктивность кур-несушек в зависимости от их живой массы в 18-недельном возрасте / В. А. Стрельцов, Н. С. Ткачева // Инновационные технологии в животноводстве : тез. докл. Междунар. науч.-практ. конф. (7-8 окт. 2010 г.). – Жодино, 2010. – С. 186-189.
3. Племенная работа в гусеводстве / Т. Сайтбаталов [и др.] // Птицеводство. – 2004. – № 5. – С. 22-23. – Авт. также : Асадуллин Р., Мустафин А., Феррахов А.
4. Фисинин, В. И. Обзор об основных итогах работы птицеводства и проекте Федеральной целевой программы развития птицеводства в 2003-2005 гг. и на период до 2010 г. / В. И. Фисинин. – М., 2003. – 23 с.
5. Мясные качества бройлеров с повышенной живой массой / Е. Коноков [и др.] // Мясная индустрия. – 1999. – № 4. – С. 31-32.
6. Лукашенко, В. С. Технология выращивания мясных цыплят кросса «Конкурент» и производство экологически безвредного мяса, предназначенного для детского питания / В. С. Лукашенко // Птица селекции ГУП ППЗ «Конкурент» (научные разработки). – Сергиев Посад, 2002. – С. 72-80.

(поступила 25.03.2016 г.)

УДК 533.581

А.Б. СУШКО

## **КРИОГЕННЫЙ СОСУД С ИЗМЕНЯЕМОЙ РАБОЧЕЙ КОНФИГУРАЦИЕЙ ДЛЯ ХРАНЕНИЯ БИОМАТЕРИАЛОВ**

Институт животноводства НААН Украины

Разработано стационарно-портативное биохранилище «ХАРЬКОВ-40 СКП» для

хранения биологических материалов, в частности спермопродукции. Стационарно-портативное биохранилище выполнено с возможностью изменения рабочей конфигурации в зависимости от объёмов криосохраняемых материалов и условий эксплуатации. Определена степень испарения жидкого азота из разработанного сосуда при разных конфигурациях и режимах его использования.

**Ключевые слова:** спермопродукция, хранение спермы, криогенное оборудование

A.B. SUSHKO

## **CRYOGENIC VESSEL WITH VARIABLE WORKING CONFIGURATION FOR STORAGE OF BIOMATERIALS**

Institute of Animal Science of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine

Stationary and portable biostorage «Kharkiv-40 SKP» was developed for storage of biological materials, such as semen. Stationary and portable biostorage is adapted to changes in working configuration, depending on the volume of materials and conditions of cryo-preserved materials. The degree of evaporation of the liquid nitrogen from the vessel developed at different configurations and modes of use is determined.

**Key words:** semen product, semen storage, cryogenic equipment.

**Введение.** Сосуды Дьюара для сохранения биоматериалов в среде сжиженных газов получили широкое распространение в сельском хозяйстве, в первую очередь в животноводстве. В основу многих современных программ сохранения генетических ресурсов, селекционных методов, программ борьбы с бесплодием закладывается возможность использования спермы, эмбрионов и других репродуктивных материалов животных, сберегаемых в условиях криобанков [1, 2]. При этом бесспорно, что наибольшие масштабы хранения биоматериала в условиях низких температур приобрело в промышленном скотоводстве [3, 4, 5, 6]. Для возможности хранения и использования замороженной спермы быков ещё в 60-е годы минувшего столетия при активном участии научных сотрудников Института животноводства (тогда Института животноводства Лесостепи и Полесья УССР) в ряде научно-производственных объединений и промышленных предприятий г. Харькова организовывалось соответствующее производство [7]. В конечном итоге производство сосудов Дьюара закрепилось на Харьковском заводе транспортного оборудования, который более 40 лет является одним из лидеров выпуска и модернизации криогенного оборудования для животноводства стран ближнего и дальнего зарубежья [8, 9]. При этом основным пользователем криогенных сосудов по-прежнему остаются племпредприятия, лаборатории воспроизводства и пункты искусственного осеменения сельскохозяйственных животных.

На предприятиях по племенной работе получили наибольшее распространение криогенные хранилища на 500 л, а также 200 л жидкого азота (типа ХБ-0,5, ХБ-0,2 и другие) [10]. В одном таком хранилище

может храниться до 100 тысяч спермодоз быков. Независимо от того заполнено ли такое хранилище спермопродукцией полностью или частично требуется периодическая полная дозаправка криогенной ёмкости. Таким образом, при неполной загруженности, что встречается достаточно часто, особенно в условиях небольших племпредприятий и лабораторий, наблюдается значительный необоснованный расход жидкого азота. Кроме того, подобное габаритное оборудование исключительно стационарного применения и не приспособлено для транспортировки к месту производства жидкого азота, для транспортировки биоматериала или размещения его непосредственно на пунктах искусственного осеменения животных.

Другие сосуды, такие как «ХАРЬКОВ-34 БМ» [11] и им подобные с рабочим объёмом 34-35 л, наоборот рассчитаны на криохранение небольших партий спермодоз (как правило, не более 1800-2000 штук). Это оборудование, в отличие от вышеописанного, не даёт возможности накопления спермопродукции и хранения больших их партий. Также при эксплуатации этих сосудов с диаметром горловины, который составляет 60 мм, возникают определённые сложности с доступом к внутренней ёмкости для проведения дезинфекции и чистки.

**Цель работы** – расширить набор криогенного оборудования, применяемого при воспроизводстве сельскохозяйственных животных, повысить технологичность работ, связанных с криосохранением биоматериалов и текущим обслуживанием сосудов, что достигалось путём создания конструкции с изменяемой рабочей конфигурацией.

**Материал и методика исследований.** Разработка параметров конструкции нового сосуда «ХАРЬКОВ-40 СКП» осуществлялась методом опытно-конструкторского моделирования в отделе биотехнологий репродукции сельскохозяйственных животных Института животноводства НААН Украины и конструкторском бюро ГП «Завод транспортного оборудования» (г. Харьков), в результате чего получен патент на полезную модель [12]. Конструкция сосуда создавалась с учётом возможности трансформирования рабочей конфигурации внутренней оснастки. Рабочий объём сосуда составляет 45 л. Предусматривалась возможность использования сосуда как стационарно-портативного биохранилища на племпредприятии, сосуда для пункта искусственного осеменения, контейнера для перевозки партий спермопродукции производителей (рисунок 1).

Эффективность применения нового сосуда «ХАРЬКОВ-40 СКП» устанавливали путём определения степени испарения жидкого азота, для чего производили периодическое взвешивание сосудов. При этом испытания производились по системе 3-недельных циклов, как в статичном, так и в динамичном режимах эксплуатации. Под статичным

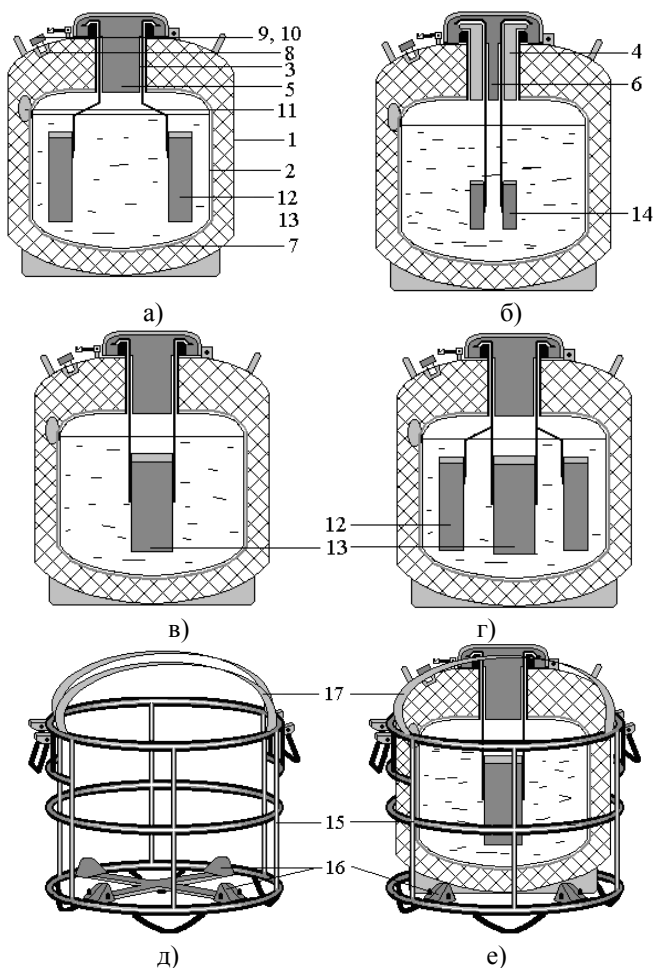
режимом понималось низкотемпературное хранение спермодоз в закрытом сосуде без внешнего вмешательства, под динамичным режимом – криохранилище биологического материала с двукратным ежедневным (утро-вечер) открыванием сосуда и извлечением отдельных спермодоз. Также изучалась степень испарения жидкого азота при разном количестве одновременно используемых кассет (минимальном и максимальном). В качестве спермодоз использовали облицованные гранулы и пайеты объёмом 0,25 мл.



Рисунок 1 – Сосуды «ХАРЬКОВ-40 СКП»  
(опытно-промышленная партия)

**Результаты эксперимента и их обсуждение.** На рисунке 2 показана конструкция криогенного сосуда «ХАРЬКОВ-40 СКП» для хранения биоматериалов (преимущественно спермодоз) в жидком азоте.

Сосуд состоит из внешнего резервуара (1), внутреннего резервуара (2), стеклопластиковой горловины (3), горловины-вставки (4), пробки (5), пробки (6). На внутреннем резервуаре имеется многослойная экранно-вакуумная изоляция (7), изготовленная путём накладки фольги и специальной бумаги. Между внутренним и внешним резервуарами создан высокий вакуум путем откачки воздуха через штуцер вакуумирования (8), который закрыт резиновой заглушкой (9) и пробкой (10) для предупреждения от повреждений. Адсорбент (11) поддерживает вакуум в процессе эксплуатации сосуда. Во внутреннюю полость сосуда вставляются цилиндрические кассеты (12), (13) или (14). Сосуд может размещаться в контейнере, амортизирующем защитном (15), который являет собой металлический каркас, который в донной части имеет несколько амортизирующих элементов (16), а верхняя часть снаряжена резиновыми ремешками (17) для фиксации крышки и всего сосуда.



а) сосуд с кассетами формата  $D=67$  мм,  $H=280$  мм (макрोकассетами) до 10 штук при внутреннем диаметре горловины 117 мм (конфигурация «Криобанк»); б) сосуд с кассетами формата  $D=41$  мм,  $H=280$  мм (миникассетами) в количестве до 6 штук при внутреннем диаметре горловины 60 мм (конфигурация «Компакт-оснастка»); в) сосуд с транспортно-манипуляционной кассетой формата  $D=100$  мм,  $H=280$  мм (суперкассетой) в количестве 1 штука при диаметре горловины 117 мм (конфигурация «Криоконтейнер – транспортный»); г) сосуд с транспортно-манипуляционной кассетой формата  $D=100$  мм,  $H=280$  мм (суперкассетой) в количестве 1 штука при диаметре горловины 117 мм и дополнительно кассетами формата  $D=67$  мм,  $H=280$  мм (макрोकассетами) (конфигурация «Криоконтейнер транспортный»); д) контейнер амортизирующий защитный (КАЗ); е) расположение сосуда в амортизирующем защитном контейнере (КАЗ). *Прим.* ( $D$  – диаметр;  $H$  – высота)

Рисунок 2 – Сосуд криобиологический «ХАРЬКОВ-40 СКП»

В зависимости от условий использования сосуда осуществляется выбор диаметра горловины сосуда и формат кассет. При транспортировке биоматериалов имеется возможность применения вспомогательного амортизирующего устройства (КАЗ), в которое устанавливается сосуд.

Конфигурация «Криобанк» предназначена для хранения партий спермы производителей в условиях племенных предприятий, селекционных центров, лабораторий воспроизводства, занимающихся созданием криобанков спермы ценных производителей. В данной конфигурации сосуд используется с цилиндрическими кассетами (12) формата D=67 мм, H=280 мм в количестве от 1 до 10 штук при внутреннем диаметре стеклопластиковой горловины (3) 117 мм, которые располагаются по кругу. Кассеты данного формата получили название «макрокассеты». В этом режиме пайеты упаковываются в пластмассовые или металлические стаканы, которые располагаются в два яруса, для чего кассеты снаряжаются специальной межярусной перегородкой. При использовании спермы в форме гранул спермодозы упаковываются в тканевые мешки, которые по форме отвечают формату кассеты.

Конфигурация «Компакт-оснастка» предназначена для хранения небольших партий спермы в условиях пунктов искусственного осеменения животных. При этом используются кассеты (14) формата D=41 мм, H=180 мм в количестве 1-6 штук, называемые «миникассетами». Для уменьшения испарения азота при частом открывании и отборе спермодоз (что имеет место на пунктах искусственного осеменения) внутренний диаметр горловины может быть уменьшен почти вдвое. Уменьшение диаметра горловины достигается путём монтажа в стеклопластиковую горловину (3) с внутренним диаметром 117 мм горловины-вставки (4) с внутренним диаметром D=60 мм. При такой конфигурации обеспечиваются дополнительные удобства для нахождения и извлечения отдельных спермодоз. В частности, в данных кассетах пайеты располагаются в один ярус. Спермопродукция в гранулах, размещенных как в верхней части миникассеты, так и на её дне, легко достается с помощью корнцанга под визуальным контролем.

Режим использования «Криоконтейнер транспортный» предназначен для криосохранения партий спермы в процессе транспортировки, при проведении перегруппировок серий спермопродукции, инвентаризации криобанка, карантинирования спермы, проведении других специальных манипуляций. При этом сосуд используется со специальной транспортно-манипуляционной кассетой (13) (D=100 мм, H=280 мм), именуемой «суперкассетой», расположенной в центре под горловиной сосуда. В отличие от других кассет, суперкассета крепится не на одной, а на двух кронштейнах. При необходимости могут дополнительно

одновременно использоваться кассеты (12) формата D=67 мм, H=280 мм в необходимом количестве (максимально 10 шт.). При перевозках центрально расположенная супер кассета (13) исполняет также роль стопорной детали, которая препятствует колебаниям макрокассет (12), размещённым по периферии. В этой конфигурации сосуд Дьюара может использоваться в комплексе с контейнером, амортизирующим защитным (15), который предупреждает возможные внешние и внутренние повреждения при перевозке грузовым автомобилем, железнодорожным транспортом.

Испаряемость азота в сосуде в значительной степени зависит как от рабочей конфигурации и количества кассет, так и интенсивности работы с ним, когда осуществляется вскрытие сосуда, выемка или закладка биоматериала. Об испаряемости жидкого азота в зависимости от этих факторов можно судить по изменению массы заправленного сосуда, согласно данным, полученным в результате испытаний опытного образца «Харьков 40-СКП» (рисунки 3, 4, 5). Масса пустого сосуда может несколько различаться в зависимости от конфигурации, для наглядности при испытаниях его вес выводился на один и тот же уровень – 52 кг в начале каждого цикла.

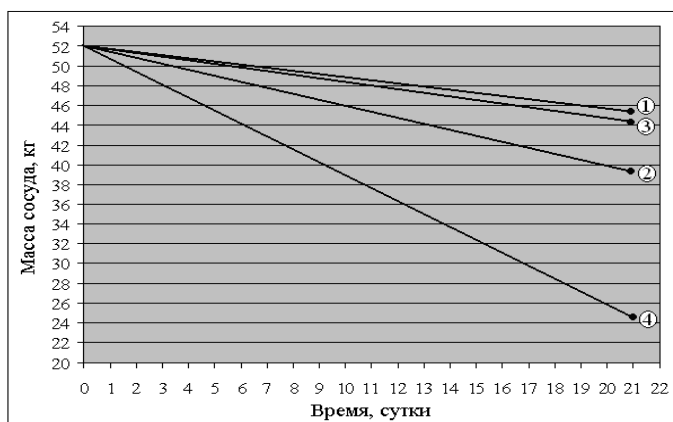


Рисунок 3 – Изменение массы криогенного сосуда Харьков 40-СКП, заправленного жидким азотом, в конфигурации «Криобанк» при различной загрузке кассетами в статичном и динамичном режиме использования: 1 – статический режим (1 макрокассета), 2 – статичный режим (10 макрокассет), 3 – динамический режим (1 макрокассета), 4 – динамичный режим (10 макрокассет)

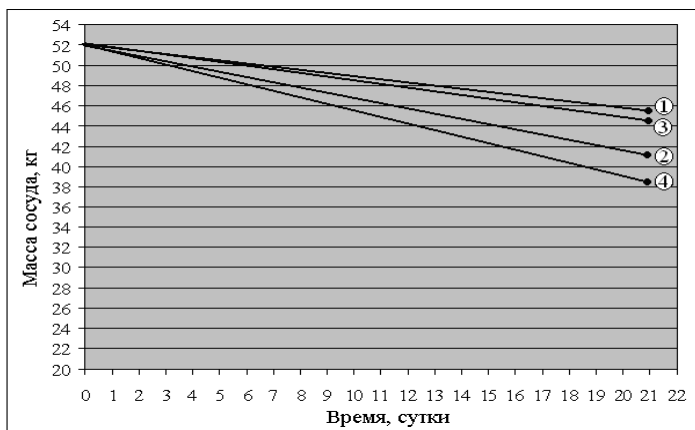


Рисунок 4 – Изменение массы криогенного сосуда «Харьков-40 СКП» в конфигурации «Компакт-оснастка» за счет испарения жидкого азота: 1 – статичный режим (1 миникассета), 2 – статичный режим (6 миникассет), 3 – динамичный режим (1 миникассета), 4 – динамичный режим (6 миникассет).

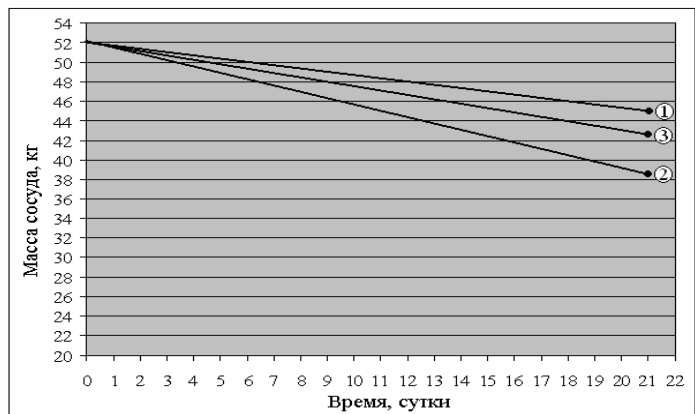


Рисунок 5 – Изменение массы криогенного сосуда «Харьков-40 СКП» в конфигурации «Криоконтейнер транспортный»: 1 – статичный режим (1 суперкассета), 2 – статичный режим (1 суперкассета+10 макрокассет), 3 – динамичный режим (1 суперкассета)

Таким образом, в количественном отношении масса заправленного



сосуда, а значит, и испаряемость жидкого азота, колебались весьма значительно в зависимости от ряда технологических факторов. В результате испаряемость может быть представлена в следующем виде (таблица 1).

Таблица 1 – Испаряемость жидкого азота из криогенного сосуда «Харьков 40-СКП» в зависимости от конфигурации при максимальной и минимальной загрузке и интенсивности режима использования

Конфигурация и количество кассет	Показатель испаряемости жидкого азота, кг/час	
	статичный режим	динамичный режим
Конфигурация «Криобанк» 1 кассета формата D=67 мм, H=280мм («макрокассета»)	0,013	0,015
10 кассет формата D=67 мм, H=280 мм («макрокассеты»)	0,025	0,055
Конфигурация «Компакт-оснастка»: 1 кассета формата D=41 мм, H=180мм («миникассета»)	0,013	0,016
6 кассет формата D=41 мм, H=180 («миникассеты»)	0,021	0,027
Конфигурация «Криоконтейнер транспортный»: 1 транспортно-манипуляционная кассета D=100 мм, H=280 мм («суперкассета»)	0,014	0,018
1 транспортно-манипуляционная кассета D=100 мм, H=280 мм («суперкассета»)+10 кассет D=67 мм, H=280 мм («макрокассета»)	0,027	-

Данные в отношении максимально возможного количества закладки спермодоз в облицованных гранулах или пайетах представлено в таблице 2. Однако следует отметить, что на практике это количество значительно (до 40 %) ниже, так как согласно существующим зооветеринарных требованиям при криосохранении применяется хранение спермодоз отдельными сериями, что требует отдельной упаковки, занимающей полезный объём.

Таблица 2 – Максимально возможное количество спермодоз для криосохранения в сосуде «Харьков 40-СКП» при различных конфигурациях

Вид и количество кассет	Максимальное количество спермодоз, шт.	
	облицованные гранулы (0,25 мл)	пайеты (0,25 мл)
Конфигурация «Компакт-оснастка»:		
1 миникассета	230	250
6 миникассет	1380	1500
Конфигурация «Криобанк»:		
1 макрокассета	1710	1860
10 макрокассет	17100	18600
Конфигурация «Криоконтейнер транспортный»:		
1 транспортная кассета	3040	3300
1 транспортная кассета +		
10 макрокассет	20140	21900

**Заключение.** Таким образом, применение сосуда с разными режимами использования даёт возможность расширить функциональные возможности криооборудования и использовать сосуды как биохранилища на племпредприятиях, как транспортный контейнер для перевозки больших партий спермы в сжиженном азоте и как криобиологические сосуды для пунктов искусственного осеменения. Так, при организации криобанка спермы животных на племпредприятиях вместо одного криохранилища на 250 или 500 л может использоваться несколько сосудов «Харьков-40 СКП». При этом количество введённых в эксплуатационный режим сосудов (то есть тех, которые заправляются жидким азотом) может варьировать пропорционально количеству сохраняемой спермопродукции. При необходимости транспортировки, благодаря наличию амортизирующего устройства и особенном расположении и закреплении кассет, сосуд может обеспечить перевоз партий спермопродукции без угрозы излияния жидкого азота или нарушения вакуумности, которое привело бы к потере качества биоматериала. Также при обслуживании облегчается процесс чистки и дезинфекции сосуда. Благодаря возможности временного демонтажа горловины-вставки создаётся доступ для руки оператора во внутренний резервуар (после удаления жидкого азота), что улучшает возможности обслуживания сосуда. Размещение спермодоз в миникассетах обеспечивает оперативное нахождение спермы определённого производителя и

извлечение необходимой спермодозы.

По своим функциональным возможностям криогенный сосуд «Харьков-40 СКП» может быть отнесён к стационарно-портативным биохранилищам для спермопродукции производителей. Использование разработанного нового криогенного оборудования заложено в нормативную документацию для искусственного осеменения крупного рогатого скота, коней, овец.

#### Литература

1. Cryoconservation of animal genetic resources / FAO. – Rome, 2012. – 222 p.
2. Cryoconservation. Sperm donors // Kriobank. Centrum leczenia niepłodności ginekologia i położnictwo [Electron. res.]. – 2005-2010. – Режим доступа : <http://www.kriobank.pl/kriobank.eu/index.php?option>.
3. Криоконсервация спермы сельскохозяйственных животных / А. Д. Курбатов [и др.]. – Л. : Агропромиздат, 1988. – 256 с.
4. Бугров, А. Д. Криповреждения и криозащита спермиев быков при глубоком замораживании : монография / А. Д. Бугров. – Изд. 2-е, доп. и перераб. – Харьков : Институт животноводства НААН, 2015. – 330 с.
5. Curry, M. R. Cryopreservation of semen from domestic livestock / M. R. Curry // Rev. Reprod. – 2000. – Vol. 1, № 5. – P. 46-52.
6. Сушко, О. Б. Рекомендації з технології штучного осіменіння корів і телиць / О. Б. Сушко, Б. М. Павленко, В. І. Лісін ; Інститут тваринництва НААН. – Харьков : ІТ НААН, 2012. – 23 с.
7. Осташко, Ф. И. Глубокое замораживание и длительное хранение спермы производителей : монография / Ф. И. Осташко. – К. : Урожай, 1968. – 248 с.
8. Осташко, Ф. И. Воспроизведение стада в промышленном скотоводстве / Ф. И. Осташко, В. А. Чирков, А. Д. Бугров. – К. : Урожай, 1982. – 168 с.
9. На допомогу спеціалістам із відтворення сільськогосподарських тварин / О. Б. Сушко [и др.] // Тваринництво України. – 2011. – № 5. – С. 5-8.
10. Осташко, Ф. И. Харьковская технология криоконсервации спермы животных / Ф. И. Осташко, М. П. Павленко, Г. Н. Кузнецов // Теор. и прикл. аспекты биотехнол. – К., 1991. – С. 32-33.
11. Осташко, Ф. И. Биотехнология воспроизведения крупного рогатого скота / Ф. И. Осташко. – К. : Аграрная наука, 1995. – 183 с.
12. Пат. на корисну модель № 51943 UA. Посудина криобіологічна для зберігання репродуктивних клітин у зрідженому азоті / Сушко О.Б., Зубенко А.І., Осташко Ф.І., Литвин Б.Я., Байцур М.М., Міщенко А.Г.

(поступила 18.03.2016 г.)