

только один фотоприемник. Секретный ключ формируется по совпадениям выбора источника оптического излучения и подключения фотоприемника.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Бернет, С. Криптография. Официальное руководство RSA Security / С. Бернет, С. Пэйн. – М.: Бинوم-Пресс, 2002. – 384 с.
2. Хорошко, Д. Б. Квантовая криптография: индивидуальный перехват с учетом протокола коррекции ошибок / Д. Б. Хорошко // Квантовая электроника. – 2007. – Т. 37, № 12. – С. 1105–1108.

УДК 636.2:612.64.089.67

### ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПОЛУЧЕНИЯ ЭМБРИОНОВ КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА В КУЛЬТУРЕ IN VITRO

*Т. Ю. Драгун, аспирант, ГрГАУ*

Научный руководитель – А. С. Дешко, канд. с.-х. наук, доцент

*Резюме – в работе представлены результаты исследований по изучению влияния функционального состояния яичников на выход ранних эмбрионов в культуре in vitro. По результатам исследований установлено, что более эффективным оказалось использование яичников с количеством фолликулов более 20 и их диаметром от 3 до 8 мм. Выход жизнеспособных эмбрионов при этом составлял 20,7–23,2 % от числа оплодотворенных ооцитов и достоверно превышал аналогичный показатель по другим группам яичников при  $P < 0,01$ .*

*Resume – the paper presents the results of studies on the influence of the functional state of the ovaries on the yield of early embryos in in vitro culture. According to the results of the research, it was found that the use of ovaries with more than 20 follicles and their diameter from 3 to 8 mm turned out to be more effective. The yield of viable embryos in this case was 20,7–23,2 % of the number of fertilized oocytes and significantly exceeded the similar indicator for other groups of ovaries at  $P < 0,01$ .*

**Введение.** Трансплантация эмбрионов создает более благоприятные условия для использования мировых генетических ресурсов путем покупки, вместо животных, глубоко замороженных зародышей и тем самым устранять ветеринарные препятствия в международном обмене селекционным материалом [1–3]. Являясь одним из методов ускоренного размножения высокоценных генотипов животных, биотехнология получения эмбрионов в культуре in vitro представляет собой комплексный процесс, включающий в себя получение ооцит-кумулюсных комплексов, их отбор и оценку жизнеспособности, экстракорпоральное созревание, оплодотворение и культивирование ранних зародышей до завершающей стадии предимплантационного развития – бластоцисты [3].

Цель работы – изучить влияние функционального состояния яичников на эффективность получения эмбрионов в культуре in vitro.

**Основная часть.** Исследования проводили на базе отраслевой биотехнологической лаборатории по репродукции сельскохозяйственных животных УО «Гродненский государственный аграрный университет». Яичники получали на конвейере Гродненского мясокомбината.

Количество антральных фолликулов на одном яичнике составляло в среднем  $18,7 \pm 1,45$  (lim 11–32), в том числе диаметром до 2 мм –  $10,6 \pm 0,83$  (lim 5–15); от 2 до 4 мм –  $6,1 \pm 0,93$  (lim 1–15) и диаметром свыше 4 мм –  $2,0 \pm 0,59$  (lim 1–5). Выход ооцитов в среднем составил  $11,5 \pm 0,93$ , в том числе пригодных для созревания –  $5,9 \pm 0,57$  (51,3 %).

Выход эмбрионов на предимплантационных стадиях на один яичник оказался достоверно выше при оплодотворении ооцитов из яичников с количеством фолликулов более 20 –  $4,8 \pm 0,26$  против  $2,8 \pm 0,22$ ,  $2,2 \pm 0,33$ ,  $1,4 \pm 0,17$  и  $0,7 \pm 0,12$  при  $P \geq 0,001$ , так же как и выход ооцитов, пригодных для постановки на созревание, –  $19,4 \pm 0,76$  против  $12,5 \pm 0,84$ ,  $9,8 \pm 0,58$ ,  $5,7 \pm 0,38$  и  $2,8 \pm 0,21$  при  $P \geq 0,001$ , то выход эмбрионов от числа оплодотворенных ооцитов оказался примерно на одном и том же уровне с колебанием от 22,4 % при количестве фолликулов на яичнике 11–20 до 25,0 % при количестве фолликулов менее 5. Исследования по выходу эмбрионов в зависимости от диаметра фолликулов показали достоверно более высокие показатели при использовании ооцитов, из фолликулов диаметром от 3 до 8 мм –  $1,4 \pm 0,15$ , при диаметре фолликулов 3,1–6,0 мм и  $1,1 \pm 0,16$  при диаметре фолликулов 6,1–8,0 мм против  $0,5 \pm 0,18$  и  $0,1 \pm 0,06$  при диаметре фолликулов до 3 мм и свыше 8 мм при  $P \geq 0,01$  и  $P \geq 0,05$ , соответственно. При пересчете выхода эмбрионов от числа оплодотворенных ооцитов данные показатели составили: при диаметре фолликулов до 3 мм – 7,8 %, 3,1–6,0 мм – 25,0 %, при диаметре фолликулов 6,1–8,0 – 20,7 % и при диаметре свыше 8 мм – 9,1 %.

**Заключение.** По результатам исследований установлено, что морфологические показатели яичников в среднем составляли: длина –  $33,1 \pm 4,62$  (lim – 21,3–43,1 мм), ширина –  $19,2 \pm 1,32$  (lim – 10,9–27,1 мм) при коэффициенте вариации 26,6 %. Объем яичника в среднем составил  $6,8 \pm 0,62$  (lim – 3,5–12,1 см<sup>3</sup>).

Отмечается тенденция увеличения количества фолликулов и ооцитов у яичников объемом свыше 6,0 см<sup>3</sup>, при этом разница по количеству фолликулов диаметром 2–4 мм достоверна ( $P < 0,05$ ).

Более эффективным является использование яичников с количеством фолликулов до 5 и более 20 и их диаметром от 3 до 8 мм. Выход жизнеспособных эмбрионов при этом составлял 20,7–25,0 % от числа оплодотворенных ооцитов.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Голубец, Л. В. Инновационные технологии в разведении и селекции племенного скота: монография / Л. В. Голубец, А. С. Дешко, И. С. Кысса, Е. К. Стецкевич. – Гродно: ГГАУ, 2019. – 430 с. – ISBN 978-958-537-148-0.
2. Effects of different reproduction techniques: AI, MOET or IVP, on health and welfare of bovine offspring / A. M. Wagtendonk-de Leeuw [et al.] // Theriogenology. – 2000. – Vol. 53(2). – P. 575–597.
3. Galli, C. Bovine embryo technologies / C. Galli, R. Duchi, G. Crotti, P. Turini, N. Ponderato, S. Colleoni, I. Lagutina, G. Lazzari // Theriogenology. – 2003. – Vol. 59. – P. 599–616.

УДК 620.191.33:691.328.1

**МОДЕЛЬ, УСТАНОВЛИВАЮЩАЯ СВЯЗЬ  
МЕЖДУ ПРОГИБОМ И ШИРИНОЙ  
РАСКРЫТИЯ ТРЕЩИН НОРМАЛЬНОГО ОТРЫВА**

*Ю. С. Дордюк, заведующий кафедрой ЭиОС, канд. техн. наук, БрГТУ*

*Резюме – представлена аналитическая зависимость, связывающая среднюю ширину раскрытия трещины нормального отрыва и относительный прогиб в железобетонных элементах, основанная на основных теоретических положениях блочной модели.*

*Resume – an analytical dependence is presented that relates the average crack opening width of normal separation and the relative deflection in reinforced concrete elements, based on the main theoretical provisions of the block model.*

**Введение.** Прогиб является одним из важнейших параметров при оценивании эксплуатационной надежности железобетонного элемента. В силу того, что фактические значения воздействий на элемент в ряде случаев определить нелегко, оценка прогибов железобетонных балок существующими методами является сложной [1]. Посредством зависимости между шириной раскрытия трещины и прогибом косвенное оценивание прогиба в конструктивном элементе возможно непосредственно из условия трещинообразования без учета фактических нагрузок, действующих на элемент.

**Основная часть.** Для установления связи между средней шириной раскрытия трещин нормального отрыва и относительным прогибом конструктивного элемента были использованы основные теоретические положения блочной модели, в которую было включено дополнительное допущение о линейном распределении относительных деформаций и напряжений в арматурном стержне по длине участка между трещинами [2].

Полученная аналитическая зависимость, связывающая среднюю ширину раскрытия трещин нормального отрыва ( $w_m$ , мм) и относительный прогиб элемента ( $a / L_0$ ), имеет вид: