

ИНДИВИДУАЛЬНАЯ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ КЛЕТОК КРОВИ ЖЕРЁБЫХ КОБЫЛ К МОДУЛИРОВАННОМУ УЛЬТРАЗВУКУ

А.А. ОЛЕШКЕВИЧ, Т.В. ИППОЛИТОВА, В.Н. ШЕВКОПЛЯС

(ФГБОУ ВО «Московская государственная академия ветеринарной медицины
и биотехнологии – МВА имени К.И. Скрябина)

Доказана возможность лабораторной диагностики ранних стадий беременности самок животных. Воздействие на образцы крови кобыл в термостатируемой кювете стоячей амплитудно-модулированной ультразвуковой волной частотой генерации 0,88 МГц, интенсивностью 0,05 Вт/см² и частотой модуляции из диапазона 10–20 Гц, в течение 15–20 с приводит к достоверному изменению морфологического состояния форменных элементов крови. Простыми и доступными методами световой микроскопии в крови жеребых кобыл выявлена агрегация лейкоцитов на фоне отсутствия признаков лизиса и клеточной деструкции эритроцитов. Разрабатываемый метод может использоваться при неинвазивном ультразвуковом исследовании крови самок сельскохозяйственных животных на ранних сроках беременности. Методику предлагается реализовывать как самостоятельный метод диагностики, так и в качестве дополнительного к традиционным ветеринарным клиническим методам в связи с его простотой и дешевизной.

Ключевые слова: диагностика беременности кобыл, ультразвук, морфология крови.

Актуальной задачей ветеринарной медицины является повышение эффективности и снижение трудоёмкости ранней диагностики беременности самок продуктивных животных. Ранняя диагностика жеребости у кобыл имеет большое значение, т.к. позволит в соответствии с результатами диагноза либо прекратить случку кобылы зажеребевшей, но проявляющей ложную охоту, либо продолжать случку, применяя меры к недопущению оставления кобылы неоплодотворённой. Что, в конечном счёте, повысит процент жеребости. Методы лабораторной диагностики беременности продуктивных животных отработаны давно и успешно применяются [1, 2], однако, простых в исполнении достоверных методик диагностики ранних стадий жеребости или стельности крайне мало.

Из уровня техники известен способ диагностики беременности с 1,5-месячного срока после «отбоя» методом ректального обследования [3]. Однако данный способ является высоко трудоёмким и подразумевает непосредственное участие животного как объекта исследования, в отличие от лабораторных методов диагностики. Также известен способ диагностики беременности коров [4] на основе радиометрического измерения температуры внутренних органов. Недостатками данного способа являются сложность его проведения и необходимость использования дорогостоящего оборудования: СВЧ-модулятора, радиотермографа и антенн-аппликаторов, что требует высокой квалификации оператора.

Для определения жеребости в ветеринарной медицине успешно применяются лабораторные методы диагностики [5–10]. Наиболее часто используемые из методик распознавания беременности – анализ крови жеребых кобыл на содержание сывороточного гонадотропина, а мочи – на содержание фолликулина, хорионического гонадотропина [11], основаны на появлении большого количества гормонов. Методы сложны, высокзатратны и требуют использования специального оборудования, лабораторных животных и тест-наборов. Метод распознавания жеребости по уровню

прогестерона в плазме крови кобылы осуществим на 18–25-е сутки после осеменения. (В течение беременности высокий уровень этого гормона поддерживается жёлтым телом, но если оплодотворения не произошло, то на 2-й неделе происходит обратное развитие жёлтого тела, что приводит к стремительному упадку концентрации прогестерона, а к началу 3-ей недели его содержание минимально.) Исследованием на прогестерон можно с уверенностью выявить только бесплодие – концентрация гормона ниже 1 нг/мл. Точность определения жеребости существенно ниже (90%), поэтому при концентрации гормона более 1 нг/мл ставится *условный* положительный диагноз.

С середины второго месяца вплоть до 5-го в крови жеребой кобылы присутствует гонадотропин – гормон, образующийся только в эндометрии жеребой матки и отвечающий за работу половых органов во время беременности. Наилучшие диагностические результаты получаются при взятии крови на третьем месяце жеребости. Точность метода доказана для сроков больше 100 дней с момента оплодотворения. Определить концентрацию эстрогенов можно пробой Кубони (визуальная оценка флуоресценции) или радиоиммунологическим анализом.

Способ диагностики стельности коров с использованием акустического поля [12] включает в себя аускультацию шумов маточных артерий, их последующий компьютерный анализ с построением амплитудно-частотной характеристики шумов и наглядным представлением этих шумов в графическом виде. Согласно изобретению, проводят аускультацию кровеносных сосудов малого таза и полученные результаты сравнивают с эталонными. При наличии на амплитудно-частотной характеристике пиков в районе 200 Гц и 2000 Гц, превышающих более, чем на 4 дБ основную кривую амплитудно-частотной характеристики, делают заключение о наличии беременности со сроком 2–3 месяца.

Недостатком данного метода авторы настоящего исследования считают техническое ограничение (оборудование и программное обеспечение), ограничение минимального срока стельности при его установлении и узкая направленность изобретения – только самки КРС; следовательно, способ не применим для лошадей.

Следовательно, к существенным недостаткам большинства методов лабораторной диагностики жеребости можно отнести наличие разных по достоверности результатов в разные недели исследования, а также необходимость точно знать дату покрытия. Кроме того, методы диагностируют беременность по изменению физиологического состояния животных и по изменению биохимических показателей биологических жидкостей организма. Авторы данной статьи изучили изменение физиологического состояния клеток крови кобыл в акустическом поле. Нами использованы биофизические методы исследования мембран клеток крови животных, а не целого организма. Проведение научного поиска показало, что на протяжении последних 50 лет отсутствуют публикации по использованию УЗ при анализах крови животных на наличие беременности *in vitro* как в отечественной, так и в зарубежной литературе.

Целью нашего исследования являлось изучение возможности определения в лабораторных условиях жеребости на основе анализа мазков крови на наличие визуально идентифицируемых особенностей состояния ферментных элементов крови *in vitro*.

Задачи исследования:

– выявление закономерностей взаимодействия клеток крови жеребых и небеременных животных с ультразвуком безопасного диапазона: минимальной из применяемых терапевтической интенсивности и предельно низкого времени экспозиции;

– апробация возможности создания способа экспресс-диагностики наличия / отсутствия ранних сроков жеребости при помощи определения цитологических изменений в мазках крови и особенностей клеточного ответа на действие акустических (УЗ) волн низкой терапевтической интенсивности *in vitro*;

– расширение арсенала способов диагностики беременности у лошадей.

Материалы и методы

Воздействовали стоячей амплитудно-модулированной ультразвуковой волной *in vitro*. Экспозиция УЗ: время облучения от 15 с до 20 с, $I_{\text{САТА}}$ – средняя по пространству и времени интенсивность – $0,05 \text{ Вт/см}^2$, частота генерации $0,88 \text{ МГц}$, частота модуляции из диапазона $10\text{--}20 \text{ Гц}$. Отечественные терапевтические аппараты: УЗТ- 1–01Ф; Ультразвук Т-5 и УЗТ-1.02С. Амплитудная модуляция со скважностью 2, модулятор ГЗ–112 (или любой аналогичный генератор). Объём обрабатываемых образцов крови составлял от 3 до 5 мл. Кровь брали из периферических вен: вены Сафена и подкожной вены предплечья. Забор крови кобыл для биохимических и гематологических исследований проводили при плановом осмотре или диспансеризации. Оставшуюся кровь использовали в научных экспериментах. Образцы крови лошадей обрабатывались в абсолютно одинаковых условиях (площадь излучателя, охлаждение, циркуляция жидкости), в качестве антикоагулянтов использовали гепарин или цитрат натрия. Ультразвуковое воздействие на клетки находящейся в кювете крови, термостатируемой с помощью водяного ультратермостата, осуществлялось с помощью терапевтического излучателя. Стенки кюветы выполнены из пластика или пластмассы, но могут быть изготовлены из любых акустически прозрачных материалов. В качестве охлаждающей жидкости применялась непрерывно циркулирующая дистиллированная вода (т.н., «проточное охлаждение»). Результат воздействия УЗ на клетки сразу же наблюдали в световой микроскоп.

Делали мазки, окрашивали стандартным методом дифференциального окрашивания биопрепаратов [13] и анализировали морфологическое состояние клеток методами световой микроскопии (микроскоп «Микмед-5», объектив $100\times/1,25$, окуляр $10\times/18$). В лабораторных исследованиях использовали 100 проб крови от кобыл со сроком беременности до 1 месяца и 10 контрольных образцов от нежеребых кобыл. Анализ результатов проводили на основе регистрации изменения морфологии клеток после УЗ воздействия (рис. 1–5) и физиологического состояния интактных клеток крови (контроль, рис. 6).

Результаты и обсуждение

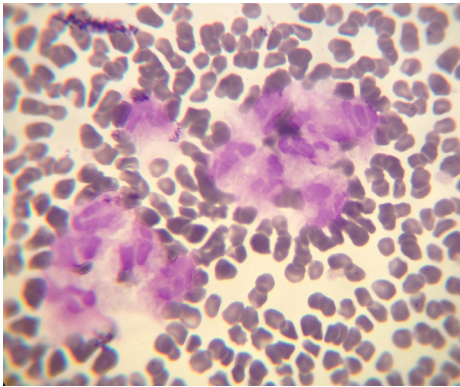


Рис. 1. Фотография мазка крови жеребёй кобылы. УЗ интенсивность $0,05 \text{ Вт/см}^2$, частота модуляции 10 Гц , 18 с -экспозиция. Выраженная агрегация и деструкция лейкоцитов. Возможна идентификация сегментоядерных нейтрофилов. На фоне клеточного лизиса видно отсутствие изменений эритроцитов. Увеличение (здесь и далее): объектив $100\times/1,25$, окуляр $10\times/18$ (Фото А.А. Олешкевич)

Отдельные примеры воздействия экспериментально найденными и отработанными режимами приведены ниже.

Пример 1. Интенсивность действующего УЗ $0,05 \text{ Вт/см}^2$, частота модуляции 10 Гц , время обработки 18 с . На микрофотографии (рис. 1) видно, что лейкоциты в микро- и макрогруппах, сохранены только сегментоядерные нейтрофилы, почти отсутствуют лимфоциты; много лейкоцитов с лизисом ядра и цитоплазмы.

Пример 2. Интенсивность действующего УЗ $0,05 \text{ Вт/см}^2$, частота модуляции 12 Гц , 15 с : лейкоциты в группах с лизированным ядром и цитоплазмой, у лимфоцитов регистрировали деформацию ядер, кариолизис, цитолиз (рис. 2).

Пример 3. Интенсивность действующего УЗ $0,05 \text{ Вт/см}^2$, частота

модуляции 14 Гц, 15–20 с: агрегация лейкоцитов, лизированы ЦПМ и ядро, нет границ ядра и ЦПМ. (рис. 3).

Пример 4. Интенсивность действующего УЗ 0.05 Вт/см², частота модуляции 16 Гц, 17 с: группами лежащие клетки с признаками деформации и лизиса ядра и цитоплазмы (рис. 4). Эритроциты без изменений.

Пример 5. Интенсивность действующего УЗ 0.05 Вт/см², частота модуляции 20 Гц, 20 с: агрегация лейкоцитов, изменение формы и границ ядер (рис. 5). Лейкоциты расположены группами – по 8–10 клеток в конгломерате. Эритроциты без особенностей.

При УЗ воздействии теми же параметрами на кровь нежеребых кобыл агрегации не регистрировали. На последней фотографии (рис. 6) – показаны интактные клетки крови лошади, контрольные образцы.

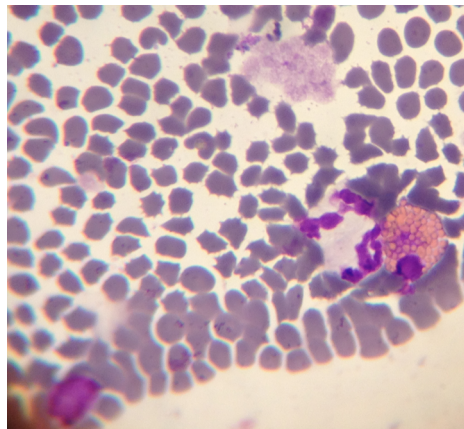


Рис. 2. Фотография мазка крови жеребой кобылы. 12 Гц, 15 с: у лимфоцитов деформация ядер, лейкоциты в группах. Лейкопения. Кариолизис, цитоллиз (Фото А.А. Олешкевич)

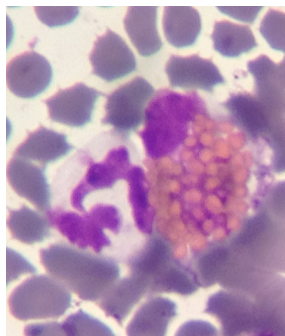


Рис. 3. Фотография мазка крови жеребой кобылы после обработки частотой 14 Гц, в течение 15–20 с (Фото А.А. Олешкевич)

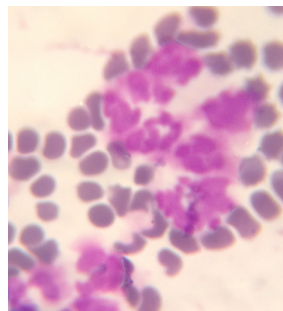


Рис. 4. Фотография мазка крови жеребой кобылы после действия УЗ 16 Гц, 17 с: Лейкоциты в группах, видны деформация и лизис ядра и цитоплазмы, изменение формы и границ ядер. (Фото А.А. Олешкевич)

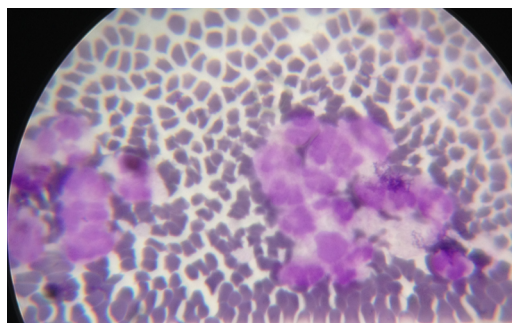


Рис. 5. Фотография мазка крови жеребой кобылы после действия УЗ 20 Гц, 20 с. Агрегация и деструкция ядросодержащих клеток крови (Фото А.А. Олешкевич)

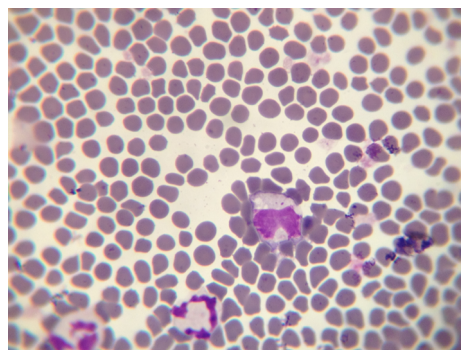


Рис. 6. Фотография мазка крови жеребой кобылы, контрольные образцы (Фото А.А. Олешкевич)

Показано, что получаемые эффекты воспроизводимы на практически всех тестируемых объектах. Позже для подтверждения жеребости использовали данные проведённого ректального обследования кобыл и данные журналов искусственного осеменения. Проведённый научный поиск и анализ доступной научной литературы на протяжении последних 40 лет показал полное отсутствие работ в выбранном авторами направлении. Абсолютная научная новизна исследований и достоверность выявленных изменений физиологического состояния клеток крови жеребых кобыл в акустических полях разных физических характеристик (частота модуляции, интенсивность, время экспозиции) подтверждена получением авторами двух Патентов РФ [14, 15]. Результаты демонстрируют возможности и направления использования подобных методик в ветеринарной медицине.

Таким образом, достоверно выявлено наличие закономерных изменений в физиологическом состоянии ядросодержащих клеток крови жеребых кобыл в амплитудно-модулированном УЗ-поле. Наиболее ценными в диагностическом отношении признаками является агрегация лейкоцитов, появление признаков деформации и лизиса ядра и цитоплазмы при одновременном полном отсутствии изменений в морфологии эритроцитов (отсутствии признаков клеточной деструкции), что может быть использовано для ранней диагностики беременности животных. Вероятно, выявленные особенности связаны с изменением вязкости крови жеребых животных на ранних сроках и, безусловно, общим изменением биохимического состава крови [16].

Техническим результатом проведённых исследований является:

- 1) повышение надёжности диагностики наличия беременности на начальной стадии, когда клиническая картина ещё не выражена;
- 2) универсальность – возможность определения любой стадии беременности для всех видов животных;
- 3) быстрое получение результатов лабораторной диагностики на отечественном оборудовании, без больших затрат на биологический материал (достаточно 3 мл крови) и затрат на стоимость обработки;
- 4) быстрая и дифференцированная диагностика по мазку крови после УЗ воздействия на пробу крови *in vitro*;
- 5) возможность использования только простого и доступного в любой ветеринарной клинике метода световой микроскопии;
- 6) для регистрации наблюдаемых при микроскопии изменений не требуется специфических знаний цитологии и клеточной морфологии, настолько очевидна картина в поле зрения микроскопа.

Использование предлагаемой методики позволит сократить сроки диагностики беременности на 30–90 дней, снизить затраты на диагностику, увеличить количество обследуемых животных и значительно снизить трудоёмкость определения жеребости.

Заключение

Найдены оптимальные условия модулированного ультразвукового воздействия с частотой генерации 0,88 МГц, направленно приводящего к изменению состояния лейкоцитов только жеребых кобыл – избирательной микро-, макро- и гиперагрегации лейкоцитов – в то время как у нежеребых кобыл морфология и распределение лейкоцитов в поле зрения микроскопа остаются без особенностей, в пределах нормативных показателей. При обработке проб крови малого объёма *in vitro* ультразвуком

низкой терапевтической интенсивности 0,05 Вт/см², частотой модуляции из диапазона 10–20 Гц, в течение 15–20 с по морфологическим особенностям лейкоцитов определяется ранняя стадия (до месяца) жеребости. Таким образом, предлагаемая нами методика позволяет получить объективную, многокомпонентную, важную и достоверную информацию для диагностики.

Библиографический список

1. *Саражакова И.М.* Методы диагностики беременности животных: методические указания / И.М. Саражакова Н.В. Мирзаева; Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2009. – 36 с.
2. Диагностика беременности животных [Электронный ресурс] https://vuzlit.ru/542919/diagnostika_beremennosti_domashnih_zhivotnyh <https://vuzlit.ru/preload/41/65958>, свободный доступ.
3. *Акатов В.А.* Ветеринарное акушерство и гинекология // В.А. Акатов Г.А. Кононов А.И. Поспелов И.В. Смирнов. – 1977. – С. 223.
4. *Петросян В.И.* Патент SU1591207 А1. Способ диагностики беременности коров // В.И. Петросян В.А. Елкин А.М. Семиволос Б.И. Чумаков Ю.С. Кузьмин. *Опубликовано: 10.03.1998.*
5. *Лебедева Л.Ф., Дюльгер Г.П.* Современные методы диагностики беременности у кобыл // Ветеринария сельскохозяйственных животных. – 2011. – N4. – С. 32–40.
6. *Дюльгер Г.П., Храмцов В.В., Кертиева Н.М.* Физиология и биотехника размножения лошадей. Издательство «Гоэтар-Медиа», 2012. – 111 с.
7. *Morel D.* Equine reproductive physiology, breeding and stud management. Wallingford, New York: CAB International, 1999–450 p.
8. Current therapy in equine reproduction / Ed. Sampler J.C., Rycock J., McKinnon A.O. – Saunders, Elsevier, 2008. – 492 p.
9. Current therapy in large animal Theriogenology / Ed. Youngquist R.S., Threlfall W.R. – Saunders, Elsevier, 2006. – P. 211–218.
10. *Purohit G.* Methods of Pregnancy Diagnosis In Domestic Animals: The Current Status // Downloaded from <http://www.webmedcentral.com>.
11. *Вербицкий М.Ш.* Патент SU1673975 А1. Способ диагностики раннего срока беременности // М.Ш. Вербицкий И.П. Папазов Л.Ф. Ротанова Р. Фидлер И.И. Биткулова. *Опубликовано: 30.08.1991.*
12. *Павлов А.В.* Патент RU2471421 С1, «Способ диагностики беременности у коров» // А.В. Павлов Е.Ю. Смертина А.В. Петляковский. *Опубликовано: 10.01.2013.*
13. *Кудрявцев А.А.* Клиническая гематология животных // А.А. Кудрявцев Л.А. Кудрявцева. – М.: «Колос» 1974. – 399 с.
14. *Олешкевич А.А.* Патент RU № 2672114, «Способ лабораторной диагностики ранних стадий жеребости кобыл» / Олешкевич А.А., Василевич Ф.И., Ипполитова Т.В. *Зарегистрирован в Государственном реестре изобретений РФ 13.11.2018 г.*
15. *Олешкевич А.А.* Патент RU № 2672261, «Способ диагностики жеребости у кобыл» / А.А. Олешкевич Ф.И. Василевич Т.В. Ипполитова. *Зарегистрирован в Государственном реестре изобретений РФ 12.11.2018 г.*
16. *Минков А.* Изменение в организме самок при беременности. – 2012. [Электронный ресурс] <https://murzim.ru/27207-izmenenie-v-organizme-samok-pri-beremennosti.html>, свободный доступ.

INDIVIDUAL SENSITIVITY OF BROOD MARES' BLOOD CELLS TO MODULATED ULTRASOUND

A.A. OLESHKEVICH, T.V. IPPOLITOVA, V.N. SHEVKOPLYAS

(Moscow State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology – MVA named after K.I. Skryabin)

The authors prove a possibility of laboratory diagnostics of early stages of pregnancy in female horses. Exposure of a temperature-controlled mare blood samples to standing amplitude-modulated ultrasonic wave with a generation frequency of 0.88 MHz, an intensity of 0.05 W/cm² and a modulation frequency from 10 to 20 Hz for 15–20 sec leads to a significant change in the morphological state of blood cells. The use of simple and accessible methods of light microscopy has revealed the aggregation of leukocytes with the simultaneous absence of any signs of lysis and cellular destruction of erythrocytes in the blood of pregnant mares. The developed technique can be used for non-invasive ultrasonic examination of the blood of female farm animals in the early stages of pregnancy. Due to its simplicity and low cost, the technique can be implemented both as an independent diagnostic method, and as a supplement to the conventional veterinary clinical methods.

Key words: pregnancy diagnostics of mares, ultrasound, blood morphology.

References

1. Sarazhakova I.M. Metody diagnostiki beremennosti zhitovnykh: metodicheskiye ukazaniya [Methods of pregnancy diagnostics in animals: guidelines] / I.M. Sarazhakova N.V. Mirzayeva; Krasnoyar. gos. agrar. un-t. – Krasnoyarsk, 2009: 36. (In Rus.)
2. Diagnostika beremennosti zhitovnykh [Diagnostics of pregnancy in animals] [Electronic resource] – Access mode: https://vuzlit.ru/542919/diagnostika_beremennosti_domashnih_zhitovnykh <https://vuzlit.ru/preload/41/65958>, free access. (In Rus.)
3. Akatov V.A. Veterinarnoye akusherstvo i ginekologiya [Veterinary obstetrics and gynecology] // V.A. Akatov G.A. Kononov A.I. Pospelov I.V. Smirnov. 1977: 223. (In Rus.)
4. Petrosyan V.I. Patent SU1591207 A1. Sposob diagnostiki beremennosti korov [Technique for diagnosing pregnancy in cows] // V.I. Petrosyan V.A. Yelkin A.M. Semivolos B.I. Chumakov Yu.S. Kuz'min. Issued on: 10.03.1998. (In Rus.)
5. Lebedeva L.F., Dyul'ger G.P. Sovremennyye metody diagnostiki beremennosti u kobyly [Modern methods of pregnancy diagnostics in mares] // Veterinariya sel'skokhozyaystvennykh zhitovnykh. 2011; no.4: 32–40. (In Rus.)
6. Dyul'ger G.P., Khramtsov V.V., Kertiyeva N.M. Fiziologiya i biotekhnika razmnozheniya loshadey [Physiology and biotechnology of horse breeding]. Izdatel'stvo "Goetar-Media", 2012: 111. (In Rus.)
7. Morel D. Equine reproductive physiology, breeding and stud management. Wallingford, New York: CAB International, 1999: 450. (In English)
8. Current therapy in equine reproduction / Ed. Sampler J.C., Pycocock J., McKinnon A.O. – Saunders, Elsevier, 2008: 492. (In English)
9. Current therapy in large animal Theriogenology / Ed. Youngquist R.S., Threlfall W.R. – Saunders, Elsevier, 2006: 211–218. (In English)
10. Purohit G. Methods of Pregnancy Diagnosis In Domestic Animals: The Current Status // Downloaded from <http://www.webmedcentral.com> on 10-Dec-2010, 07:37:00 PM. (In English)

11. *Verbitskiy M.Sh.* Patent SU1673975 A1. Sposob diagnostiki rannego sroka beremennosti [Technique for early pregnancy diagnosing] // M.Sh. Verbitskiy I.P. Papazov L.F. Rotanova R. Fidler I.I. Bitkulova. Issued on 30.08.1991.

12. *Pavlov A.V.* Patent RU2471421 S1, “Sposob diagnostiki beremennosti u korov” [Technique for pregnancy diagnosing in cows] // A.V. Pavlov Ye.YU. Smertina A.V. Petlyakovskiy. Issued on 10.01.2013.

13. *Kudryavtsev A.A.* Klinicheskaya gematologiya zivotnykh [Clinical hematology of animals] // A.A. Kudryavtsev L.A. Kudryavtseva. – M.: “Kolos”, 1974: 399.

14. *Oleshkevich A.A.* Patent RU No. 2672114, “Sposob laboratornoy diagnostiki rannikh stadiy zherobosti kobyl” [Technique for laboratory diagnosing early stages of pregnancy in mares] / Oleshkevich A.A., Vasilevich F.I., Ippolitova T.V. Registered in the RF State Register of Inventions on 13.11.2018.

15. *Oleshkevich A.A.* Patent RU No. 2672261, “Sposob diagnostiki zherobosti u kobyl” [Technique for diagnosing pregnancy in mares] / A.A. Oleshkevich F.I. Vasilevich T.V. Ippolitova. Registered in the RF State Register of Inventions on 12.11.2018.

16. *Minkov A.* Izmeneniye v organizme samok pri beremennosti [Changes in the body of females during pregnancy]. – 2012. [*Electronic resource*]. Access mode: <https://murzim.ru/27207-izmenenie-v-organizme-samok-pri-beremennosti.html>, free access.

Олешкевич Анна Анатольевна, д.б.н., доцент, профессор кафедры информационных технологий, математики и физики ФГБОУ ВО «Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии – МВА имени К.И. Скрябина». (109472, Россия, г. Москва, ул. Ак. Скрябина 23. Тел. (495) 377-72-80; e-mail: kompsotita@gmail.com)

Ипполитова Татьяна Владимировна, д.б.н., профессор, заведующая кафедрой физиологии и фармакологии ФГБОУ ВО «Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии – МВА имени К.И. Скрябина» (109472, Россия, Москва, ул. Ак. Скрябина, 23. e-mail: ippolitova01@mail.ru).

Шевкоплас Владимир Николаевич, д.в.н., профессор, проректор по науке и инновациям ФГБОУ ВО «Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии – МВА имени К.И. Скрябина» (109472, Россия, Москва, ул. Ак. Скрябина, 23) Тел.: (495) 377-63-50; e-mail: shevkoplyasvn@gmail.com.

Anna A. Oleshkevich, DSc (Bio), Associate Professor, Professor of the Department of Informational Technologies, Mathematics and Physics, Moscow State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology – MVA named after K.I. Skriabin. Scriabin Str., 23, Moscow, 109472 Russia. e-mail: kompsotita@gmail.com).

Tat'yana V. Ippolitova, DSc (Bio), Professor, Head of the Department of Physiology and Pharmacology, Moscow State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology – MVA named after K.I. Skriabin. (Scriabin Str., 23, Moscow, 109472 Russia. e-mail: ippolitova01@mail.ru).

Vladimir N. Shevkoplyas, DSc (Vet), Professor, Vice Rector for Science and Innovation, Moscow State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology – MVA named after K.I. Skriabin (Scriabin Str., 23, Moscow, 109472 Russia. e-mail: shevkoplyasvn@gmail.com).