

ФОСФАТАЗЫ И α -АМИЛАЗА В ТКАНЯХ ПЕЧЕНИ У КРОЛЬЧАТ В ПЕРЕХОДНУЮ И РАСТИТЕЛЬНУЮ ФАЗЫ ПИТАНИЯ

Силюкова Анна Николаевна, аспирант кафедры «Агрехимия и экология»

Игнатьев Николай Георгиевич, доктор биологических наук, профессор кафедры «Агрехимия и экология»

Ефремова Галина Михайловна, кандидат биологических наук, доцент кафедры «Агрехимия и экология»

ФГБОУ ВО Чувашская ГСХА

428003 Чувашская Республика, г. Чебоксары, ул. Карла Маркса, 29; тел. (8352) 62-55-92, e-mail volga480@yandex.ru

Ключевые слова: активность ферментов, крольчата, ткань, доли печени, растительное питание.

Определены закономерности возрастных изменений активности таких ферментов, как α -амилаза, кислая и щелочная фосфатаза в тканях хвостатой, сосцевидной, правой, левой наружной, левой внутренней и квадратной долей печени у крольчат. Установлено, что наиболее интенсивные возрастные изменения активности данных ферментов в тканях исследуемых долей печени у крольчат происходят с месячного до 45-суточного возраста.

Введение

Активность ферментов является индикаторами интенсивности обменных процессов, происходящих в клетках, тканях и органах в целом [1, 2, 3]. В связи с этим определение активности ферментов в тканях органов в разные возрастные сроки животных позволяет выявить их структурное и функциональное состояние в каждую фазу питания животных [4, 5]. К таким ферментам относятся щелочная фосфатаза (ЩФ), кислая фосфатаза (КФ) и α -амилаза. ЩФ и КФ катализируют реакцию расщепления сложноэфирных связей в моноэфирах фосфорной кислоты с образованием свободного ортофосфата, участвуют в обмене углеводов, фосфолипидов и нуклеотидов. Фермент α -амилаза гидролизует α -1-4-глюкозидные связи крахмала, гликогена и других углеводов и является показателем углеводного обмена.

В научной литературе имеются публикации, посвященные изучению закономерностей возрастных изменений активности α -амилазы, щелочной и кислой фосфатаз в тканях висцеральных органов у животных [6, 7, 8, 9, 10, 11, 12]. В предыдущей публикации нами освещены результаты исследований активности щелочной, кислой фосфатаз и амилазы в тканях печени у крольчат в

молозивной, молозивно-молочной фазах питания [13].

Целью настоящей работы является продолжение изучения возрастных изменений активности щелочной фосфатазы, кислой фосфатазы и α -амилазы в тканях печени у крольчат более позднего возраста, в молочно-растительной и растительной фазах питания.

Объекты и методы исследований

Для проведения исследований нами были отобраны крольчата породы серый великан, аналогов по массе, полу, типу нервной системы по 5 голов в возрасте 30, 45, 60, 90, 120 суток, выращенные в условиях личного подсобного хозяйства Чувашской Республики. Отъем крольчат от матерей проводили на 45-е сутки их жизни. Животных декапитировали с соблюдением соответствующих правил [14], из брюшной полости извлекали печень, промывали ее холодным физиологическим раствором, разделяли на шесть долей и замораживали жидким азотом в сосуде Дьюара. В условиях научной лаборатории кафедры агрохимии и экологии пробы тканей печени гомогенизировали, в гомогенатах колориметрическим и спектрофотометрическими методами с использованием набора реагентов компании

ОАО «Витал Диагностикс» СПб определяли активность ферментов. Исследования активности ферментов в пробах тканей печени повторяли дважды. Расчет активности ферментов проводили по калибровочным графикам с использованием программного комплекса «Microsoft Excel 2007».

Результаты исследований

Исследованиями обнаружено, что активность фермента α -амилазы (мкмоль/г*ч) у крольчат в возрасте одного месяца в тканях изучаемых долей печени определяется следующими величинами: правой – $0,206 \pm 0,012$, левой внутренней – $0,212 \pm 0,015$, квадратной – $0,215 \pm 0,021$, левой наружной – $0,215 \pm 0,019$, сосцевидной – $0,216 \pm 0,018$ и хвостатой – $0,222 \pm 0,015$. Эти величины показывают, что существенной разницы уровня α -амилазы в тканях изучаемых долей печени у месячных крольчат нет. По-видимому, скорость проявления амилолитических процессов в тканях всех шести долей печени у месячных крольчат одинаковая.

По сравнению с предыдущими, 24-суточными крольчатами [14], активность фермента в тканях хвостатой доли у месячных крольчат снижается в 1,2 раза, однако такое возрастное изменение недостоверно, $p \geq 0,05$. В тканях правой, левой наружной и левой внутренней долей активность α -амилазы у крольчат этого возраста значительно возрастает, соответственно в 1,7 раза, $p < 0,01$, в 1,8 раза, $p < 0,01$ и в 1,9 раза, $p < 0,01$. В тканях сосцевидной и квадратной долей возрастные изменения уровня фермента также недостоверны.

Расчеты свидетельствуют, что существенные изменения активности α -амилазы с 24-суточного к 30-суточному возрасту крольчат, во вторую переходную фазу питания, выявляются в тканях правой, левой наружной и левой внутренней долей.

У 45-суточных крольчат в тканях всех исследуемых долей печени активность фермента по сравнению с предыдущим, месячным возрастом достоверно снижается: хвостатой – на 17,1 %, $p \leq 0,05$, до $0,181 \pm 0,013$; сосцевидной – на 43,9 %, $p \leq 0,01$, до $0,121 \pm 0,016$; правой – на 35,9%, $p \leq 0,01$, до

$0,132 \pm 0,012$; левой наружной – на 21,8%, $p \leq 0,05$, до $0,168 \pm 0,021$; левой внутренней – на 36,7%, $p \leq 0,01$, до $0,134 \pm 0,017$ и квадратной – на 34,4%, $p \leq 0,01$, до $0,141 \pm 0,015$.

Наиболее интенсивные изменения активности амилазы в течение последующих 15 суток жизни крольчат, с месячного по 45-суточный возраст, в первой фазе растительного питания, определяется в тканях квадратной, правой, левой внутренней и сосцевидной долей. Уровень фермента у 45-суточных крольчат в тканях изучаемых долей печени, в отличие от месячных, неодинаковый: он относительно низкий в тканях сосцевидной и правой и высокий – в тканях хвостатой и левой наружной долей. Можно полагать, что амилолитические процессы в тканях изучаемых долей печени у 45-суточных крольчат происходят с разной интенсивностью.

К двухмесячному возрасту, в течение второй растительной фазы, активность α -амилазы достоверно увеличивается в тканях всех долей печени: хвостатой – в 1,6 раза, $p \leq 0,01$, до $0,289 \pm 0,014$; сосцевидной – в 2,5 раза, $p \leq 0,001$, до $0,304 \pm 0,018$; правой – в 2,3 раза, $p < 0,01$, до $0,304 \pm 0,017$; левой наружной – в 1,7 раза, $p \leq 0,01$, до $0,289 \pm 0,017$; левой внутренней – в 2,3 раза, $p \leq 0,01$, до $0,311 \pm 0,012$ и квадратной – в 1,9 раза, $p \leq 0,001$, до $0,268 \pm 0,018$. Наиболее интенсивные изменения в течение 15 суток жизни крольчат происходят в тканях правой, левой внутренней и сосцевидной долей.

У двухмесячных крольчат, уровень α -амилазы в тканях всех изучаемых долей печени по сравнению с другими возрастными высокими, что, очевидно, свидетельствует о высоких амилолитических процессах в тканях печени у крольчат этого возраста.

У трехмесячных крольчат величина фермента, наоборот, существенно снижается в тканях всех исследуемых долей печени: хвостатой – на 55,0 %, $p < 0,001$, до $0,130 \pm 0,018$; сосцевидной – на 58,9 %, $p \leq 0,001$, до $0,125 \pm 0,017$; правой – на 43,7 %, $p \leq 0,001$, до $0,133 \pm 0,019$; левой наружной – на 41,5 %, $p \leq 0,01$, до $0,169 \pm 0,019$; левой внутренней – на 45,9 %, $p \leq 0,001$, до $0,168 \pm 0,014$ и квадратной – на 40,2 %, $p \leq 0,01$, до $0,160 \pm 0,017$.

Более интенсивные возрастные изменения активности α -амилазы в течение третьего месяца жизни крольчат, в фазу третьего растительного питания, определяются в тканях хвостатой и сосцевидной долей. Вместе с тем уровень фермента в тканях изучаемых долей у трехмесячных крольчат неравный, он выше всех в тканях левой наружной, левой внутренней и квадратной долей.

Сравнительный анализ показывает, что у четырехмесячных крольчат активность фермента α -амилазы в тканях всех исследуемых долей печени сохраняется на уровне трехмесячных.

Активность ЩФ (мкмоль/г*ч) у месячных крольчат в тканях исследуемых долей печени имеет следующие показатели: левой внутренней – $34,9 \pm 1,9$, правой – $41,4 \pm 3,3$, левой наружной – $49,2 \pm 2,6$, сосцевидной – $51,2 \pm 2,5$, хвостатой – $54,6 \pm 3,1$ и квадратной – $54,7 \pm 2,9$

Расчеты свидетельствуют, что уровень фермента в тканях долей печени у месячных крольчат разный. Он наименьший в тканях левой внутренней и наибольший – в тканях сосцевидной, хвостатой и квадратной долей. В тканях правой доли уровень фермента занимает промежуточное положение.

При сравнительной оценке с 24-суточными крольчатами активность ЩФ у месячных крольчат, в течение переходной фазы с молочного на растительное питание, в тканях исследуемых долей печени достоверно возрастает: хвостатой – в 1,4 раза, $p < 0,01$; сосцевидной – в 1,5 раза, $p < 0,001$; левая наружной – в 1,2 раза, $p \leq 0,05$; левая внутренней – в 1,1 раза, $p \leq 0,05$ и квадратной – в 2,2 раза, $p < 0,001$. В тканях правой доли печени у крольчат этого возраста активность фермента, наоборот, снижается, однако такое возрастное изменение недостоверно.

Наиболее выраженные возрастные изменения активности ЩФ у месячных крольчат по сравнению с предыдущим возрастом [14], определяется в тканях квадратной доли. Активность фермента у месячных крольчат относительно выше в тканях квадратной, хвостатой долей и ниже - в тканях левой наружной доли.

К 45-суточному возрасту крольчат, по

сравнению с месячным возрастом, в течение первой фазы растительного питания, уровень фермента в тканях всех исследуемых долей печени значительно возрастает: хвостатой – в 3,5 раза, $p < 0,001$, до $189,6 \pm 5,7$; сосцевидной – в 3,2 раза, $p < 0,001$, до $163,7 \pm 4,9$; правой – в 4,8 раза, $p < 0,001$, до $198,1 \pm 3,2$; левая наружной – в 3,8 раза, $p < 0,001$, до $189,6 \pm 4,6$; левая внутренней – в 5,2 раза, $p < 0,001$, до $181,4 \pm 4,9$ и квадратной – в 2,8 раза, $p < 0,001$, до $152,2 \pm 3,1$.

Наиболее интенсивные возрастные изменения активности ЩФ к 45-суточному возрасту обнаруживаются в тканях правой и левой внутренней долей печени. У 45-суточных крольчат активность фермента в тканях всех изучаемых долей печени примерно одинакова.

У двухмесячных крольчат в тканях следующих долей печени активность фермента ЩФ по сравнению с предыдущим, 45-суточным возрастом, в течение второй фазы растительного питания достоверно снижается: хвостатой – на 14,6 %, $p < 0,01$, до $161,8 \pm 3,8$; сосцевидной – на 30,0 %, $p < 0,001$, до $114,6 \pm 2,9$; правой – на 38,7 %, $p < 0,001$, до $121,5 \pm 3,3$; левой наружной – на 16,5 %, $p < 0,01$, до $158,4 \pm 3,5$ и левой внутренней – на 18,2 %, $p < 0,01$, до $148,3 \pm 2,9$. В тканях квадратной доли печени возрастное изменение активности фермента недостоверно.

Высокая интенсивность возрастных изменений активности ЩФ к двухмесячному возрасту крольчат выявляется в тканях сосцевидной и правой долей печени. Уровень фермента у двухмесячных крольчат наименьший в тканях сосцевидной и правой долей и наибольший – в тканях хвостатой, левой внутренней и квадратной долей.

У крольчат трехмесячного возраста, в третьей фазе растительного питания уровень исследуемого фермента существенно увеличивается в тканях следующих долей печени: сосцевидной – в 1,2 раза, $p < 0,01$ до $141,3 \pm 3,6$; правой – в 1,1 раза, $p < 0,05$ до $137,9 \pm 3,9$; левой наружной – в 1,2 раза, $p < 0,01$ до $183,4 \pm 5,5$; левой внутренней – в 1,1 раза, $p < 0,05$ до $167,2 \pm 4,6$ и квадратной – в 1,1 раза, $p < 0,05$ до $176,6 \pm 4,5$. Возрастное изменение активности ЩФ в тканях хвоста-

той доли печени у крольчат этого возраста недостоверно.

Уровень фермента у трехмесячных крольчат наивысший в тканях левой наружной и квадратной долей и наименьший – в тканях сосцевидной и правой долей.

У четырехмесячных крольчат активность фермента в четвертой фазе растительного питания, по сравнению с предыдущим возрастом, в тканях изучаемых долей печени достоверно снижается: хвостатой – на 27,3 %, $p \leq 0,001$, до $116,1 \pm 4,7$; сосцевидной – на 30,4 %, $p \leq 0,001$, до $98,3 \pm 3,5$; правой – на 28,1 %, $p \leq 0,001$, до $99,2 \pm 3,6$; левой наружной – на 53,1 %, $p \leq 0,001$, до $85,9 \pm 3,9$; левой внутренней – на 36,3 %, $p \leq 0,001$, до $106,5 \pm 4,3$ и квадратной – на 25,7 %, $p \leq 0,001$, до $131,1 \pm 3,8$.

Высокая интенсивность возрастных изменений активности ЩФ к четырехмесячному возрасту крольчат обнаруживается в тканях левой внутренней и левой наружной долей печени. Уровень фермента высокий в тканях квадратной и низкий – в тканях левой внутренней долей.

Активность КФ (мкмоль/г*ч) у месячных крольчат в тканях изучаемых долей печени определяется следующими величинами: левой внутренней – $18,8 \pm 0,62$, правой – $21,4 \pm 0,51$, хвостатой – $22,9 \pm 0,61$, левой наружной – $23,5 \pm 0,62$, сосцевидной – $26,1 \pm 0,43$ и квадратной – $27,2 \pm 0,33$.

Уровень КФ у месячных крольчат наименьший в тканях левой внутренней и наибольший – в тканях сосцевидной и квадратной долей.

По сравнению с предыдущим, 24-суточным возрастом, в фазе молочно-растительного питания уровень фермента у месячных крольчат достоверно увеличивается в тканях следующих долей печени: хвостатой – в 1,1 раза, $p < 0,05$; сосцевидной – в 1,4 раза, $p < 0,001$; левая наружной – в 1,1 раза, $p < 0,05$ и квадратной – в 1,2 раза, $p < 0,05$. В тканях правой доли возрастное увеличение уровня КФ недостоверно, а в тканях левой внутренней доли активность фермента, наоборот, достоверно снижается на 18,6 %, $p < 0,01$.

У 45-суточных крольчат в первой фазе растительного питания происходит суще-

ственное снижение уровня фермента в тканях всех исследуемых долей печени: хвостатой – на 21,8 %, $p \leq 0,001$, до $17,9 \pm 0,22$; сосцевидной – на 30,2 %, $p \leq 0,001$, до $18,2 \pm 0,31$; правой – на 26,6 %, $p \leq 0,001$, до $15,7 \pm 0,48$; левой наружной – на 27,2 %, $p \leq 0,001$, до $17,1 \pm 0,36$; левой внутренней – на 15,4 %, $p \leq 0,001$, до $15,9 \pm 0,21$ и квадратной – на 25,7 %, $p \leq 0,001$, до $20,2 \pm 0,47$.

Расчеты свидетельствуют, что более существенное снижение активности фермента обнаруживается в тканях левой наружной и правой долей печени. Уровень фермента у 45-суточных крольчат в тканях изучаемых долей печени примерно одинаковый.

У двухмесячных крольчат во второй фазе растительного питания величина КФ в тканях всех шести долей печени достоверно возрастает: хвостатой – в 1,4 раза, $p < 0,001$, до $25,7 \pm 0,54$; сосцевидной – в 1,6 раза, $p < 0,001$, до $29,6 \pm 0,57$; правой – в 1,7 раза, $p < 0,001$, до $26,5 \pm 0,32$; левая наружной – в 1,5 раза, $p < 0,001$, до $26,4 \pm 0,62$; левая внутренней – в 1,5 раза, $p < 0,001$, до $25,4 \pm 0,46$ и квадратной – в 1,4 раза, $p < 0,001$, до $28,6 \pm 0,90$.

Значительные возрастные изменения активности КФ к двухмесячному возрасту определяются в тканях сосцевидной и правой долей печени. У двухмесячных уровень фермента в тканях шести изучаемых долей печени существенно не отличается.

У трехмесячных крольчат в третьей фазе растительного питания активность КФ в тканях всех изучаемых долей печени значительно снижается: хвостатой – на 58,3 %, $p \leq 0,001$, до $10,7 \pm 0,23$; сосцевидной – на 47,9 %, $p \leq 0,001$, до $15,4 \pm 0,37$; правой – на 48,3 %, $p \leq 0,001$, до $13,7 \pm 0,24$; левой наружной – на 46,2 %, $p \leq 0,001$, до $14,2 \pm 0,48$; левой внутренней – на 38,9 %, $p \leq 0,001$, до $15,5 \pm 0,51$ и квадратной – на 50,6 %, $p \leq 0,001$, до $14,1 \pm 0,30$.

У трехмесячных крольчат высокая интенсивность возрастных изменений активности КФ обнаруживается в тканях квадратной и хвостатой долей печени. У крольчат этого возраста уровень фермента во всех долях печени примерно одинаковый.

К четырехмесячному возрасту крольчат в тканях всех исследуемых долей пече-

ни активность КФ значительно возрастает: хвостатой – в 6,4 раза, $p < 0,001$, до $69,5 \pm 2,91$; сосцевидной – в 4,6 раза, $p < 0,001$, до $70,6 \pm 1,90$; правой – в 5,9 раза, $p < 0,001$, до $81,3 \pm 2,76$; левая наружной – в 5,1 раза, $p < 0,001$, до $72,2 \pm 3,14$; левая внутренней – в 4,4 раза, $p < 0,001$, до $68,6 \pm 2,86$ и квадратной – в 5,2 раза, $p < 0,001$, до $73,5 \pm 2,83$.

У четырехмесячных крольчат в четвертой фазе растительного питания наиболее интенсивные возрастные изменения активности КФ выявляются в тканях правой и хвостатой долей печени. Величина фермента в тканях долей печени у четырехмесячных крольчат превышает величину предыдущих возрастов примерно в 5-6 раз.

Анализ полученных результатов свидетельствует о том, что характер возрастных изменений активности щелочной и кислой фосфатаз, а также амилазы в тканях разных исследуемых долей печени у крольчат неравномерный. Наиболее выраженные возрастные изменения активности α -амилазы выявляются у крольчат с месячного до 45-суточного возраста, то есть у крольчат, находящихся в первой фазе растительного питания, в условиях преобладания в структуре поступающего корма крахмала. Существенные возрастные изменения активности этого фермента также обнаруживаются с 45-суточного до двухмесячного возраста, то есть во второй фазе дефинитивного растительного питания. В этой фазе рацион крольчат изменяется с добавлением корнеплодов и комбикормов.

Активность щелочной фосфатазы в тканях печени у крольчат наиболее интенсивно изменяется с месячного до 45-суточного возраста, то есть в первой фазе растительного питания, с повышением в рационе доли растительного корма и с преобладанием в тканях печени щелочной среды.

Активность кислой фосфатазы в тканях исследуемых долей печени у крольчат существенно изменяется с месячного до 45-суточного возраста и с 45-суточного до двухмесячного возраста. Такие возрастные изменения, по-видимому, вызваны с изменением в тканях печени щелочно-кислого равновесия в эти промежутки жизни крольчат.

С трехмесячного до четырехмесячного

возраста крольчат, в четвертой фазе растительного питания, с преобладанием в рационе комбикормов, с изменением состояния среды в тканях печени, активность кислой фосфатазы существенно возрастает, активность щелочной фосфатазы, наоборот, снижается, а активность α -амилазы стабилизируется.

Таким образом, выявленные нами закономерности возрастных изменений активности кислой фосфатазы, щелочной фосфатазы и α -амилазы подтверждают фазность возрастных изменений изучаемых ферментов в тканях печени у крольчат в зависимости от изменения состава и количества поступающего корма, с возрастными структурно-химическими изменениями тканей долей печени.

Выводы

1. Активность α -амилазы, щелочной и кислой фосфатаз в тканях разных долей печени у разновозрастных крольчат неодинаковая.

2. Характер возрастных изменений активности ферментов в тканях долей печени в разных фазах растительного питания неравномерный, интенсивность изменений активности ферментов зависит от состава и количества поступающего корма.

3. Активность α -амилазы с трехмесячного возраста крольчат в тканях всех долей печени стабилизируется, щелочной фосфатазы с этого возраста существенно снижается, а кислой фосфатазы, наоборот, увеличивается.

Библиографический список

1. Биссвангер, Х. Практическая энзимология / Х. Биссвангер. – М., 2010. – 328 с.

2. Любин, Н.А. Биохимический статус печени коров при использовании кремнеземистого мергеля в качестве добавки к рациону / Н.А. Любин, С.В. Фролова, В.В. Ахметова // Актуальные проблемы исследований в области зоотехнии и ветеринарной медицины в современных условиях. Материалы научно-практической конференции. – Чебоксары, 2000. – С. 19–21.

3. Фролова, Светлана Васильевна. Вли-

яние кремнеземистого мергеля на функциональное состояние печени голштинских коров: автореф. дис. ... канд. биологических наук: 06.02.05 / С.В. Фролова. – Ульяновск, 1999. - 21 с.

4. Дозоров, А.В. Влияние соевой окары на уровень активности энзимов у свиноматок и поросят / А.В. Дозоров, С.В. Дежаткина // Свиноводство. – 2011. - № 11 – С. 28-32.

5. Дежаткина, С.В. Влияние добавок соевой окары и цеолитов на активность ферментов в печени поросят / С.В. Дежаткина, А.З. Мухитов // Аграрная наука и образование на современном этапе развития: опыт, проблемы и пути их решения. Материалы 5-й Международной научно-практической конференции. - Ульяновск, 2013. – Том 2. - С. 38-41.

6. Игнатьев, Н.Г. Аминотрансферазы, α -амилаза и фосфатазы в тканях тощей кишки у поросят / Н.Г. Игнатьев, М.Г. Терентьева // Российский ветеринарный журнал: сельскохозяйственные животные, 2014. - № 2. – С. 5- 7.

7. Игнатьев, Н.Г. Трансферазы, фосфатазы и α -амилаза в тканях прямой кишки у поросят / Н.Г. Игнатьев, М.Г. Терентьева // Ученые Записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины. – Казань, 2014. – Том 218. – С.260-266.

8. Терентьева, М.Г. Аминотрансферазы в тканях слепой кишки у поросят / М.Г. Терентьева, Н.В. Мардарьева // Вестник российского университета дружбы народов. - 2013. - № 1. – С.75-80;

9. Терентьева, М.Г. Трансферазы, фосфатазы и α -амилаза в тканях прямой кишки у поросят / М.Г. Терентьева, Н.Г. Игнатьев //

Ученые Записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. – Казань, 2014. – Том 218. – С. 260-266.(повтор в пункте 7, только фамилии поменяли, уточните что точно и верно)

10. Терентьева, М.Г. Ферменты в тканях двенадцатиперстной кишки у разновозрастных поросят / М.Г. Терентьева. // Ветеринария сельскохозяйственных животных. - 2014. - № 2. – С. 8-11.

11. Чеплашкина, Е. Б. Активность α -амилазы и фосфатаз в тканях разных долей легких у крольчат / Е.Б. Чеплашкина // Вестник ЧГПУ им. И. Я. Яковлева.– 2014. - № 2(82). - С. 29–34.

12. Чеплашкина, Е. Б. Амилаза и фосфатазы в тканях легких у крольчат / Е.Б. Чеплашкина, Н.Г. Игнатьев // Молодежь и инновация. Материалы 1X Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов. - Чебоксары: ЧГСХА, 2013. – С. 169-172.

13. Иванова, А. Н. Печеночные ферменты в тканях печени у крольчат в молозивно и молозивно-молочные фазы / А. Н. Иванова, Н. Г. Игнатьев // Фундаментальные и прикладные проблемы повышения продуктивности животных и конкурентоспособности продукции животноводства в современных экономических условиях АПК РФ. Материалы международной научно-практической конференции. – Ульяновск, 2015. – Том 2. – С. 342–345.

14. Правила проведения работ с использованием экспериментальных животных: приложение к приказу Министерства здравоохранения СССР №775 от 12.03. 1977.