УДК 619:612.014.1/.017/.648:636.2 http://dx.doi.org/10.15407/animbiol19.02.016

ЕКСПРЕСІЯ ІМУНОРЕЦЕПТОРНИХ ПРОТЕЇНІВ У ПЛАЗМОЛЕМІ ЕНТЕРОЦИТІВ НОВОНАРОДЖЕНИХ ТЕЛЯТ У ПЕРІОД ФОРМУВАННЯ КОЛОСТРАЛЬНОГО ІМУНІТЕТУ

С. І. Голопура, М. О. Маринюк, М. І. Цвіліховський
golopura@ukr.net

Національний університет біоресурсів і природокористування України,
вул. Полковника Потєхіна, 16, м. Київ, 03041, Україна

Досліджені показники вмісту протеїнів з молекулярними масами 37, 40 та 43 кДа у плазмолемі ентероцитів тонкої кишки новонароджених телят у динаміці від народження до 24-годинного віку. Дослідження проводили на двох групах телят (контрольна і дослідна) української чорно-рябої молочної породи з відбором у них зразків ентероцитів порожньої кишки та виділенням вмісту протеїнів із мембранної фракції лізатів. Показано відносно високий вміст експресії протеїнів з ММ 37, 40 та 43 кДа у мембранній фракції лізатів ентероцитів порожньої кишки щойно новонароджених телят контрольної групи з подальшим вірогідним зменшенням сумарного вмісту цих протеїнів у віці 6 годин та збільшенням у віці 24 години порівняно з останнім.

Застосування новонародженим телятам із молозивом макрокапсул з фосфоліпідного бішару на основі соєвого лецитину активує транспорт імуноглобулінів у тонкому кишечнику цих тварин у період формування колострального імунітету, що сприяє підвищенню його рівня. Сумарний вміст протеїнів з ММ 37, 40 та 43 кДа у плазмолемі ентероцитів новонароджених телят дослідної групи у віці 6 годин вірогідно зменшився з подальшим їх збільшенням у віці 24 години порівняно з телятами контрольної групи. Показана динаміка з порівняльним аналізом між окремими фракціями експресії протеїнів з ММ 37, 40, 43 кДа у плазмолемі ентероцитів порожньої кишки телят контрольної і дослідної груп. Застосування макрокапсулярного препарату, порівняно з контролем, вказує на більш інтенсивний рециклінг рецепторних протеїнів через ентероцити від БМ до АМ з наступною рецепцією Ig молозива і їх трансцелюлярним переносом.

Ключові слова: НОВОНАРОДЖЕНІ ТЕЛЯТА, ТОНКИЙ КИШЕЧНИК, ЕНТЕРОЦИТ, ПЛАЗМОЛЕМА, ПРОТЕЇНИ, ФОСФОЛІПІДИ, МАКРОКАПСУЛИ, КОЛОСТРАЛЬНИЙ ІМУНІТЕТ

EXPRESSION OF IMUNORECEPTOR PROTEINS IN PLASMOLEMMA OF ENTEROCYTES IN FORMATION OF COLOSTRIC IMMUNITY IN NEWBORN CALVES

S. I. Golopura, M. O. Marinyuk, M. I. Tsvilikhovsky
golopura@ukr.net

National university of life and environmental sciences of Ukraine,
16 Polkovnika Potekhina str., Kyiv 03041, Ukraine

Indexes of content of proteins with molecular masses of 37, 40 and 43 kDa in plasmolemma of small intestine enterocytes in newborn calves in dynamics from the birth till the age of 24 hours were investigated. The research was conducted on two groups (control and research) of the newborn calves of Ukrainian black-and-white breed; the samples of jejunum enterocytes were taken and the content of proteins from membrane fraction of lysates was isolated. The relatively high content of expression of proteins with MM of 37, 40 and 43 kD a in membrane fraction of lysates of enterocytes from jejunum of just born calves of control group with further significant decreasing of total content of these proteins at the age of 6 hours and with their following increasing at the age of 24 hours comparatively with the previous one was shown.

The application of macrocapsules from phospholipid bilayer on the basis of soy-bean lecithin for newborn calves activates the Ig transport in small intestine during the period of colostral immunity formation that assists the increasing of its level. The total content of proteins with MM of 37, 40 and 43 kDa in plasmolemma of jejunum enterocytes in calves of the research group at the age of 6 hours significantly decreased with its further increasing at the age of 24 hours compared to these indexes in calves from control group. The dynamics with comparative analysis

between fractions of expression of proteins with MM of 37, 40, and 43 kDa in plasmolemma of jejunum enterocytes in the newborn calves from control and research group is shown. The application of macrocapsular preparation comparing to the control group indicates more intensive level of recycling of receptor proteins through enterocytes from BM to AM with further reception of colostrum Ig and their transcellular transportation.

Keywords: NEWBORN CALVES, SMALL INTESTINE, ENTEROCYTE, PLASMOLEMMA, PROTEINS, PHOSPHOLIPID, MACROCAPSULES, COLOSTRIC IMMUNITY

ЭКСПРЕССИЯ ИММУНОРЕЦЕПТОРНЫХ БЕЛКОВ В ПЛАЗМОЛЕМЕ ЭНТЕРОЦИТОВ НОВОРОЖДЕННЫХ ТЕЛЯТ В ПЕРИОД ФОРМИРОВАНИЯ КОЛОСТРАЛЬНОГО ИММУНИТЕТА

С. И. Голопура, Н. О. Маринюк, Н. И. Цвилиховський
golopura@ukr.net

Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины,
ул. Полковника Потехина, 16, г. Киев, 03041, Украина

Исследованы показатели содержания протеинов с молекулярными массами 37, 40 и 43 кДа в плазмолемме энтероцитов тонкой кишки новорожденных телят в динамике от рождения до 24-часового возраста. Исследования проводились на двух группах телят (контрольная и опытная) черно-пестрой породы с отбором в них образцов энтероцитов голодной кишки и выделением содержания протеинов с мембранной фракции лизатов. Показано относительно высокое содержание экспрессии протеинов с ММ 37, 40 и 43 кДа в мембранной фракции лизатов энтероцитов голодной кишки только родившихся телят контрольной группы с последующим достоверным уменьшением суммарного содержания этих протеинов в возрасте 6 часов и увеличением в возрасте 24 часа по сравнению с последним.

Применение новорожденным телятам с молозивом макрокапсул с фосфолипидного бишара на основе соевого лецитина активирует транспорт иммуноглобулинов в тонком кишечнике этих животных в период формирования колострального иммунитета, что способствует повышению его уровня. Суммарное содержание протеинов с ММ 37, 40 та 43 кДа в плазмолемме энтероцитов новорожденных телят опытной группы достоверно уменьшилось в возрасте 6 часов с последующим увеличением в возрасте 24 часа по сравнению с телятами контрольной группы. Показана динамика со сравнительным анализом между отдельными фракциями экспрессии протеинов с ММ 37, 40, 43 кДа в плазмолемме энтероцитов голодной кишки телят контрольной и опытной групп. Применение макрокапсулярного препарата, по сравнению с контролем, указывает на более интенсивный рециклинг рецепторных протеинов через энтероциты от БМ до АМ с последующей рецепцией Ig молозива и трансцелюлярным их переносом.

Ключевые слова: НОВОРОЖДЕННЫЕ ТЕЛЯТА, ТОНКИЙ КИШЕЧНИК, ЭНТЕРОЦИТ, ПЛАЗМОЛЕММА, ПРОТЕИНЫ, ФОСФОЛИПИДЫ, МАКРОКАПСУЛЫ, КОЛОСТРАЛЬНЫЙ ИММУНИТЕТ

Відомо, що протеїнові рецептори для імуноглобуліна (Ig) G FcγRII/CD32 мають молекулярну масу (ММ) близько 40 кДа, а молекулярні маси їх ізоформ можуть сягати від 37 до 43 кДа [1, 10].

Рецепторний протеїн FcRn, який переносить IgG з материнського молока через епітелій кишечника у кров, вперше був відкритий у новонароджених гризунів [6]. Дослідження підтвердили існування подібного рецептора в людини. Так, неонатальний Fc-рецептор у людини був виявлений у сінцитіотрофобластах плаценти, де він полегшує транспорт материнських IgG у кровоносне русло плода [11, 14]. Показано, що FcRn зв'язує IgG за кислих значень pH (6,0–6,5), але не за нейтрального або лужного значень pH. Зв'язуючи IgG у кишечнику за pH 6,0–6,5, рецептор FcRn забезпечує трансцитоз імуноглобулінів через апікальну мембрану (АМ) ентероцита і його внутрішнє середовище до базолатеральної мембрани (БМ), де pH становить 7,0–7,5 [6].

Рецептор FcRn також відіграє важливе значення в реутилізації IgG в дорослому організмі, оскільки бере участь в ендоцитозі в ендотеліальних клітинах. У кислому середовищі

ендосом неонатальний Fc-рецептор зв'язує IgG, які були інтерналізовані в результаті піноцитозу, забезпечує їх захист від деградації ензимами лізосом, перенесення до поверхні клітини і звільнення в лужне середовище крові. Цей механізм пояснює більшу тривалість періоду напіврозпаду IgG порівняно з антитілами інших ізотопів [3].

Метою цієї роботи було дослідити показники вмісту у плазмолемі ентероцитів порожньої кишки новонароджених телят протеїнів з молекулярними масами 33, 40 та 43 кДа при застосуванні їм із молозивом макрокапсул з фосфоліпідного бішару на основі соєвого лецитину.

Матеріали і методи

Дослідження проводили в НДГ «Великоснітинське імені О. В. Музиченка» НУБіП України на новонароджених телятах української чорно-рябої молочної породи у період від народження до 24-годинного віку. Було сформовано контрольну та дослідну групи телят по 6 тварин у кожній. Телятам обох груп випоювали молозиво в кількості 2 л відразу після народження, а потім — по 1,5 л через кожні 4 години впродовж першої доби життя тварин. Телята контрольної групи отримували лише молозиво. Телятам дослідної групи перед першим випоюванням молозива внутрішньо застосовували макрокапсули розміром 441 нм з фосфоліпідного бішару на основі соєвого лецитину в дозі 5 мл.

Дослідні зразки ентероцитів порожньої кишки відбирали від новонароджених телят до першого випоювання молозива (для телят попередньо застосовували наркоз — тіопентал Na) та через 6 і 24 годин після народження тварин.

Дослідження вмісту протеїнів у мембранній фракції лізатів ентероцитів новонароджених телят проводили методом електрофорезу у 7,5%-му поліакриламідному гелі з додецилсульфатом натрію за модифікованою методикою з додаванням трицину [15]. У діапазоні від 30 до 50 кДа нами було виявлено низку протеїнів, три з яких мали ММ 37, 40 та 43 кДа. Відносний вміст цих протеїнів (в об'ємних одиницях) визначали методом денситометрії за допомогою програмного забезпечення *TotalLab*.

Результати й обговорення

Результати дослідження експресії протеїнів з ММ 37, 40 та 43 кДа показали відносно високий їх вміст у мембранній фракції лізатів ентероцитів порожньої кишки щойно новонароджених телят. Це, на нашу думку, свідчить про готовність рецепторних протеїнів до транспортування імуноглобулінів з першої порції молозива через ентероцити в кровоносне русло. При цьому рівень експресії протеїнів з ММ 37 кД був на 78 % та 61,2 % вищим порівняно з рівнем експресії протеїнів з ММ 40 та 43 кД відповідно (рис. 1).

Вірогідне зменшення в 1,28 разу ($P \leq 0,01$) сумарного вмісту протеїнів з ММ 37, 40 та 43 кДа у плазмолемі ентероцитів порожньої кишки телят контрольної групи у віці 6 годин, порівняно з цим показником при народженні, може бути наслідком активного трансцелюлярного перенесення комплексу Ig-рецептор через ентероцит (рис. 1).

Відомо, що після першого випоювання новонародженому теляті якісного молозива в його організм надходить більше 50 г/л Ig. Це потребує значних затрат мембранних протеїнів на транспортування Ig молозива через плазмолему ентероциту, оскільки відомо, що Ig, які поступають у шлунково-кишковий тракт теляти з молозивом матері, зв'язуються на поверхні ентероцитів за допомогою Fc-фрагменту власної молекули з протеїновим рецептором АМ, утворюючи відповідний комплекс Ig-рецептор. Завдяки інтенсивним процесам піноцитозу в новонароджених тварин, що обумовлені низкою факторів, зокрема низькою в'язкістю плазматичної мембрани ентероцита [16, 17], комплекс Ig-рецептор у складі ендоцитозного пухирця транспортується через клітину в кров теляти. Транспорт Ig у зв'язаному вигляді з рецептором є важливим фактором їхнього захисту від деградації ферментами лізосом у процесі перенесення через клітину, як це показано у випадку трансплацентарного переносу імуноглобулінів [16, 4, 5]. Також комплекс Ig-рецептор є

додатковим сигналом для звільнення з ендоцитозного пухирця інших, випадково захоплених у процесі рідинно-фазового ендоцитозу протеїнів [16]. Це підтверджується даними електронно-мікроскопічних досліджень, в яких показано, що включена в ендоцитозний пухирець разом з IgG пероксидаза в процесі перенесення через ентероцит руйнувалась, тоді як молекула IgG транспортувалась у кров у незміненому вигляді [1].

Комплекс Ig-рецептор може завершувати своє існування після трансцелюлярного переносу Ig в кишечнику. У цьому випадку можна припустити, що рецепторний протеїн ретранспортується через ентероцит від БМ до АМ для наступної рецепції Ig з молозива і транспорту його в кров теляти. І цей процес у період формування колострального імунітету може повторюватись багаторазово, аж до закриття кишкового бар'єру для транспорту нативних Ig молозива.

Водночас у період формування колострального імунітету в плазмі крові телят досить високим є рівень імуносупресорних фетальних протеїнів — фетуїну та фетопротеїну, які мають здатність витісняти Ig з крові через нирки з сечею [16, 8]. Тому частина комплексних сполук Ig-рецептор може ще деякий час циркулювати в крові, що є важливим фактором захисту Ig від їх витіснення з організму [16]. З іншого боку, сумісний транспорт рецепторних білків безпосередньо в кров тварини у складі комплексу Ig-рецептор передбачає зменшення вмісту цих протеїнів у плазмолемі ентероцитів новонароджених телят вже на 6-ту годину їх життя.

Зазначимо що, рівень експресії протеїнів з ММ 37, 40 та 43 кДа у мембранній фракції лізатів ентероцитів порожньої кишки новонароджених телят контрольної групи у віці 24 години вірогідно збільшився в 1,29 разу порівняно з цим показником у віці 6 годин (рис. 1). На нашу думку, це є наслідком зниження активності трансцелюлярного транспорту Ig у кишечнику тварин. Так, максимальне всмоктування Ig спостерігається протягом перших годин життя, а потім починає знижуватися і вже через 6–9 годин стає удвічі меншим [10]. Натомість рівень експресії про-

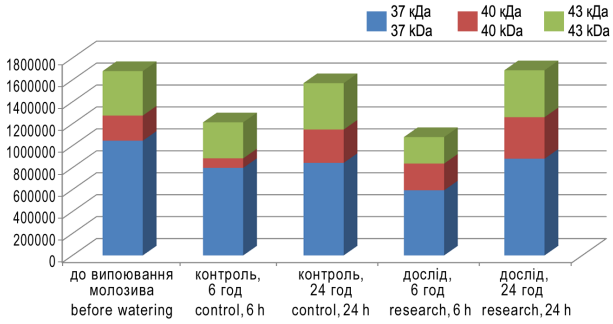

Рис. 1. Рівень експресії імунорецепторних протеїнів на плазмолемі ентероцитів порожньої кишки новонароджених телят

Fig. 1. The level of expression of immunereceptor proteins on plasmolemma of jejunum enterocytes in newborn calves

теїнів з ММ 37, 40 та 43 кДа у плазмолемі ентероцитів порожньої кишки новонароджених телят контрольної групи у віці 24 години був на 7 % нижчим порівняно з аналогічним показником у телят при народженні.

Сумарний вміст протеїнів з ММ 37, 40 та 43 кДа у плазмолемі ентероцитів новонароджених телят дослідної групи у віці 6 годин вірогідно зменшився в 1,36 разу ($P \leq 0,001$) порівняно з цим показником у телят при народженні та в 1,11 разу ($P \leq 0,05$) — порівняно з телятами контрольної групи у віці 6 годин. Це вказує на те, що під дією застосованих нами макрокапсул з фосфоліпідного бішару на основі соєвого лецитину підвищується активність трансцелюлярного перенесення Ig у комплексі Ig-рецептор.

У плазмолемі ентероцитів порожньої кишки новонароджених телят дослідної групи у віці 24 години, порівняно із цими тваринами у 6-годинному віці, нами встановлено вірогідне збільшення в 1,56 разу ($P \leq 0,01$) сумарного вмісту протеїнів з ММ 37, 40 та 43 кДа (рис. 1). Натомість збільшення на 7,5 % сумарного вмісту протеїнів з ММ 37, 40 та 43 кДа у плазмолемі ентероцитів порожньої кишки новонароджених телят дослідної групи, порівняно з телятами контрольної групи у віці 24 години, на нашу думку, може бути наслідком репарації АМ і БМ ентероцитів та зменшення їх в'язкості [7], що відбулося під впливом застосованого нами препарату. З огляду на це, справедливим є наше твердження щодо ретранспорту рецепторних білків через ентероцит від БМ до АМ з наступною рецепцією

Ig молозива і їх трансцелюлярним переносом, що під дією застосованого нами макрокапсулярного препарату відбувається інтенсивніше, ніж у контролі.

Зміни щодо рівня експресії імунорецепторних протеїнів на плазмолемі ентероцитів порожньої кишки новонароджених телят дослідної групи, порівняно з контролем, корелюють із встановленим нами раніше підвищенням в 1,77 разу вмісту імуноглобулінів у сироватці крові телят при застосуванні їм макрокапсул з фосфоліпідного бішару на основі соєвого лецитину [9].

Вважаємо за доцільне розглянути рівні експресії кожного з протеїнів, що відповідають молекулярним масам ізоформ FcγRIII/CD32.

Одержані нами дані свідчать про те, що в плазмолемі ентероцитів порожньої кишки новонароджених телят вміст протеїну з ММ 37 кДа є досить високим (рис. 2).

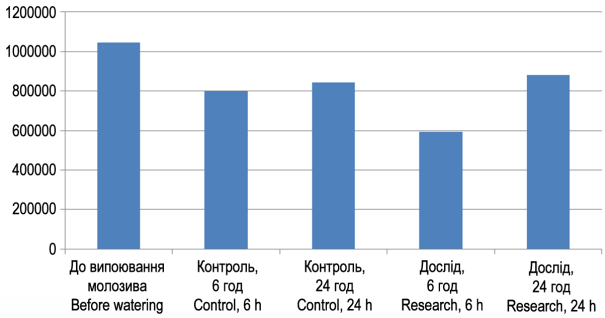

Рис. 2. Рівень експресії імунорецепторних протеїнів з молекулярною масою 37 кДа на плазмолемі ентероцитів порожньої кишки новонароджених телят

Fig. 2. Level of expression of immunoreceptor proteins with molecular mass 37 kDa on plasmolemma of jejunum enterocytes in newborn calves

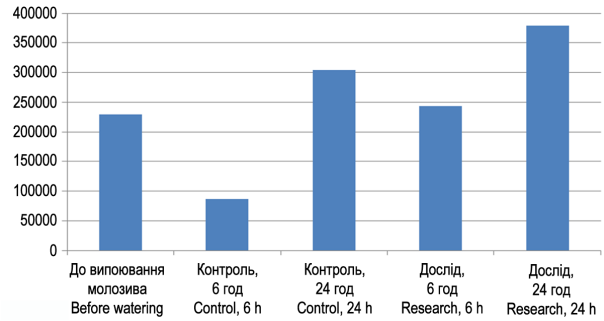

Рис. 3. Рівень експресії імунорецепторних протеїнів з молекулярною масою 40 кДа на плазмолемі ентероцитів порожньої кишки новонароджених телят

Fig. 3. Level of expression of immunoreceptor proteins with molecular mass 40 kDa on plasmolemma of jejunum enterocytes in newborn calves

Через 6 годин після народження концентрація протеїну з ММ 37 кДа у плазмолемі ентероцитів порожньої кишки телят контрольної групи вірогідно знижується на 23,7 % ($P \leq 0,01$), а в телят дослідної групи — на 43,2 % ($P \leq 0,001$) (рис. 2). Це свідчить про активну участь протеїну з ММ 37 кДа у транспорті Ig у період формування колострального імунітету в новонароджених телят, причому цей процес є значно інтенсивнішим під впливом макрокапсулярного фосфоліпідного препарату.

Через 24 години після народження концентрація протеїну з ММ 37 кДа у плазмолемі ентероцитів порожньої кишки телят контрольної групи майже не змінилася порівняно із 6-ю годиною їх життя, тоді як у телят дослідної групи вона вірогідно зросла на 28,5 % ($P \leq 0,001$). Останнє є ще одним підтвердженням висловленого нами припущення щодо інтенсивного ретранспорту протеїну з ММ 37 кДа від БМ до АМ ентероциту під впливом застосованого нами препарату з метою подальшої рецепції та транспорту Ig молозива у кров тварин.

Концентрація протеїну з ММ 40 кДа на плазмолемі ентероцитів порожньої кишки новонароджених телят менша у більш ніж 4 рази порівняно з білком 37 кДа (рис. 3).

Через 6 годин після народження експресія цього протеїну на плазмолемі ентероцитів телят контрольної групи зменшилась у 2,5 разу ($P \leq 0,001$), тоді як у телят дослідної групи залишилась практично незмінною.

Через 24 години після народження експресія протеїну з ММ 40 кДа у плазмолемі ентероцитів порожньої кишки телят контрольної групи вірогідно зросла у більш ніж 3,2 разу порівняно з 6-ю годиною їх життя і на 32,6 % — порівняно з цим показником при народженні. Зазначимо, що у телят дослідної групи на 24-ту годину життя експресія протеїну з ММ 40 кДа була вірогідно вищою порівняно з аналогічним показником при народженні та на 6-ту годину життя — в 1,65 і 1,55 разу відповідно (рис. 3).

Отримані нами результати вказують як на високу інтенсивність ретранспорту рецепторних протеїнів з ММ 40 кДа до АМ від БМ ентероциту після трансцелюлярного перенесення імуноглобулінів молозива за механізмом однонаправленого транспорту Ig, так і на

можливість активного синтезу цих протеїнів у власне самих ентероцитах у процесі формування колострального імунітету під впливом застосованого нами макрокапсулярного препарату на основі фосфоліпідів.

На нашу думку, застосування тваринам дослідної групи макрокапсул на основі фосфоліпідів сприяє швидшому відновленню функціональної активності мембран ентероцитів у період формування колострального імунітету і, відповідно, підвищеню концентрації в них протеїнів. Відомо, що застосування фосфоліпідів сприяє відновленню активності мембранних ензимів пошкоджених клітин та, власне, репарації самих мембран. Відновлення під дією фосфоліпідів активності мембранних ензимів має неспецифічний характер, тобто для більшості ензимів немає специфічної потреби в окремому типі фосфоліпідів, а репаруючу функцію можуть виконувати різні типи фосфоліпідів і їх суміші [18]. Мембрано-репаруючу дію ліпосомальних форм фосфоліпідів експериментально доведено. Проте найперспективнішими для репарації пошкоджених клітинних мембран є фосфоліпіди рослинного походження, які містять велику кількість лінолевої кислоти. Саме такі фосфоліпіди здатні ліквідовувати локальні дефекти мембран і тим самим відновлювати її функції та функції клітини в цілому [13].

Концентрація протеїнів з ММ 43 кДа на плазмолемі ентероцитів порожньої кишки телят при народженні в 2,5 разу менша порівняно з протеїнами з ММ 37 кДа. У процесі формування колострального імунітету в новонароджених телят експресія цих протеїнів на плазмолемі ентероцитів є подібною до протеїнів з ММ 37 кДа (рис. 4). Так, через 6 годин після народження рівень експресії протеїнів з ММ 43 кДа у плазмолемі ентероцитів порожньої кишки телят контрольної групи вірогідно знизився на 19 % ($P \leq 0,05$), а в телят дослідної групи — на 40,4 % ($P \leq 0,01$).

Через 24 години після народження експресія протеїнів з ММ 43 кДа у плазмолемі ентероцитів телят контрольної групи підвищилась на 29 %, а в телят дослідної групи — у 1,8 разу порівняно з 6-ю годиною їх життя (рис. 4).

На основі отриманих даних можна стверджувати, що під дією застосованих нами

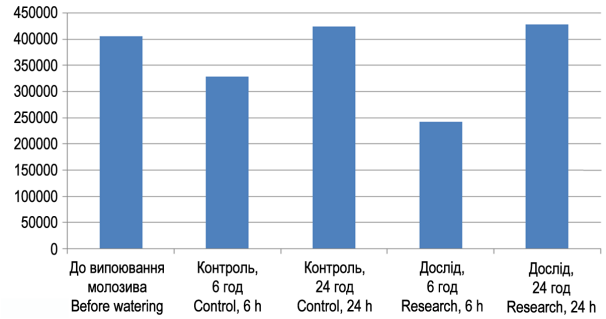

Рис. 4. Рівень експресії імунорецепторних протеїнів з молекулярною масою 43 кДа на плазмолемі ентероцитів порожньої кишки новонароджених телят

Fig. 4. Level of expression of immunoreceptor proteins with molecular mass 43 kDa on plasmolemma of jejunum enterocytes in newborn calves

макрокапсул з фосфоліпідного бішару протеїни з ММ 37, 40 та 43 кДа плазмолеми ентероцитів порожньої кишки великої рогатої худоби в процесі постнатального онтогенезу зазнають значних змін. На наш погляд, зміни в експресії цих протеїнів на плазмолемі ентероцитів тонкого кишечника новонароджених телят, що відбуваються під впливом макрокапсулярного препарату на основі фосфоліпідів, характеризують процеси мембранного травлення та транспорту поживних речовин у травному каналі тварин у перші доби постнатального онтогенезу. Отримані нами результати дозволяють зробити висновок про позитивний вплив застосованого нами засобу репарації клітинних мембран на формування колострального імунітету у новонароджених телят.

Висновки

1. У плазмолемі ентероцитів порожньої кишки новонароджених телят у період формування колострального імунітету відбуваються вірогідні зміни в експресії протеїнів з молекулярними масами 37, 40 та 43 кДа.

2. За молекулярними масами протеїни 37, 40 та 43 кДа відповідають протеїновому рецептору FcγRII/CD32, який забезпечує трансмембранне перенесення колостральних імуноглобулінів із просвіту кишечнику в кровоносне русло.

3. Застосування новонародженим телятам макрокапсул з фосфоліпідного бішару на основі соєвого лецитину значно стимулює

синтез та експресію протеїнів з молекулярними масами 37, 40 та 43 кДа на плазмолемі ентероцитів порожньої кишки новонароджених телят.

4. Висловлено припущення про ретранспорт імунорецепторних протеїнів з молекулярними масами 37, 40 та 43 кДа від БМ до АМ ентероциту під впливом макрокапсул із фосфоліпідного бішару з метою багаторазового перенесення імуноглобулінів молозива у кров у період формування колострального імунітету у новонароджених телят.

Перспективи подальших досліджень. Подальше дослідження імунорецепторних протеїнів з різними молекулярними масами плазмолеми ентероцитів тонкого кишечнику новонароджених телят має на меті здійснити практичне впровадження у галузь молочного тваринництва для створення високого рівня колострального імунітету в організмі цих тварин та запобігання виникненню в них ранньої неонатальної патології.

1. Abrahamson D. R., Rodewald R. Evidence for the sorting of endocytic vesicle contents during the receptor-mediated transport of IgG across the newborn rat intestine. *J. Cell Biol.*, 1981, vol. 91, no. 1, pp. 270–280.

2. Astier A., Salle H., Salle C., Bieber T., Esposito-Farese M. E., Freund M., Cazenave J. P., Fridman W. H., Teillaud J. L., Hanau D. Human epidermal Langerhans cells secrete a soluble receptor for IgG (Fc gamma RII/CD32) that inhibits the binding of immune complexes to Fc gamma R+ cells. *J. Immunol.*, 1994, vol. 152, no. 1, pp. 201–212.

3. Goebl N. A. Goebl C. M., Babbey A., Datta-Mannan D. R., Witcher V. J., Wroblewski K. W., Dunn N. A. Neonatal Fc Receptor Mediates Internalization of Fc in Transfected Human Endothelial Cells. *Mol. Biol. Cell*., 2008, vol. 19, no. 12, pp. 490–505.

4. Hovalo V. I. *Immunology of reproduction*. Moscow, Medicine, 1987, 304 p. (in Russian)

5. Ivo Miler. *Immunity of the human fetus and newborn*. Prague, 1983, 232 p. (in Russian)

6. Jones E. A., Waldman T. A. The mechanism of intestinal uptake and transcellular transport of IgG in the neonatal rat. *J. Clin. Invest.*, 1972, vol. 51, p. 2916.

7. Kaplun A. P., Le Bang Shon, Krasnopolsky U. M., Shvets V. I. Liposomes and other nanoparticles as a means of drug delivery. *Problems of Medical Chemistry*, 1999, vol. 4, no. 1, pp. 3–12. (in Russian)

8. Karmoliev R. X. Immunosuppressive processes in colostral immunity. *Veterinary science*, 1993, no. 6, pp. 27–29. (in Russian)

9. Marinyuk M. O., Golopura S. I., Yakimchuk O. M., Nemova T. V., Tsvilikhovsky M. I. Kolostral level of immunity and development of digestive disorders in newborn calves. *Veterinary Medicine of Ukraine*, 2014, no. 5, pp. 21–23. (in Ukrainian)

10. Masyuk D. M., Nedzvetsky V. S., Tsvilikhovsky M. I., Nerush P. O. The changes of expression and fc-g-receptor.s polypeptide composition of small intestines enterocyte of bos rimigenius taurus l. Fetus. *Physiological Journal*, 2008, vol. 54, no. 1, pp. 27–34. (in Ukrainian)

11. Masyuk D. M., Nedzvetsky V. S., Tsvilikhovsky M. I. Prenatal modulation of expression of receptors to immunoglobulin G intestinal cell of cattle. *Scientific and technical bulletin SIC biosafety and environmental control resources AIC*, 2012, vol. 1, no. 1, pp. 90–94. (in Ukrainian)

12. Mayr A. Muttertier — Schutzimpfung. *Berl. Munch. Tierarztl. Wschr.*, 1982, vol. 95, no. 18, pp. 341–350.

13. Meerovitch I. G., Oborotova N. A. The use of liposomes in photochemotherapy. *Russian Journal of biotherapeutic*, 2004, vol. 2, no. 4, pp. 3–8. (in Russian)

14. Rodewald R., Kraehenbuhl J. Receptor-mediated transport of IgG. *J. Cell Biol.*, 1984, vol. 99, no. 1, pp. 159–164.

15. Schägger H., von Jagow G. Tricine-sodium dodecyl sulfate-polyacrylamide gel electrophoresis for the separation of proteins in the range from 1 to 100 kDa. *Analytical Biochemistry*, 1987, vol. 166, no. 2, pp. 368–379.

16. Tsvilikhovsky M. I. Proteins plasma membrane epithelium of the small intestine of cattle. Dr. biological sci. diss. Kyiv, 1998, 38 p. (in Ukrainian)

17. Usatuk P. V. Biochemical characterization of plasma membrane and features regulation epithelium of the small intestine of cattle in ontogenesis and in dysfunction. Dr biological sci. diss. Kyiv, 1994, 43 p. (in Ukrainian)

18. Vladimirov Y. A. Calcium pumps living cells. *Soros Educational Journal*, 1998, no. 3, pp. 20–27. (in Russian)