

3. Некипелов Н. В. Распространение млекопитающих Юго-Восточного Забайкалья и численность некоторых видов / Н. В. Некипелов // Биологический сборник. – 1961. – С. 3–48.

4. Пешков Б. И. Распространение енотовидной собаки в Читинской области / Б. И. Пешков // Охрана и воспроизводство природных ресурсов. – 1967. – № 1. – С. 78–79.

5. Новиков Г. А. Хищные млекопитающие фауны СССР / Г. А. Новиков. – АН СССР, м.-л., 1956. – 165 с.

6. Гептнер В. Г. Енотовидная собака. Описание / В. Г. Гептнер // Млекопитающие Советского Союза. – 1967. – Т. 2 (1). – С. 66–72.

7. Титова, А. А. Енотовидная собака / А. А. Титова // Кролиководство и звероводство. – 1991. – № 6. – С.38.

8. Kauhala K. The raccoon dog (*Nyctereutes procyonoides*) in the community of medium-sized carnivores in Europe: its adaptations, impact on native fauna and management of the population / K. Kauhala, R. Kowalczyk // Canadian Journal of Zoology. – № 86. – P. 1389–1396.

9. Мишунов Л. К. Старт енотовидной собаки / Л. К. Мишунов // Кролиководство и звероводство. – 1999. – № 3. – С. 30.

Стаття надійшла до редакції 5.03.2015

УДК 575:602.9:611.018.46:57.086.8:636.92

Мазуркевич А. Й., д.вет.н., професор, чл.-кор. НААН України, ©

Малюк М. О., к.вет.н., доцент,

E-mail: nikolai_malyuk@mail.ru

Національний університет біоресурсів і природокористування України, вул. Героїв оборони, 15; Київ, 03041, Україна

Стародуб Л. Ф., к.с.-г.н., старший науковий співробітник

Інститут розведення і генетики тварин НААН України, Київської обл., Бориспільського р-ну, с. Чубинське, вул. П. Л. Погребняка; 08321, Україна

ЦИТОГЕНЕТИЧНИЙ АНАЛІЗ МЕЗЕНХІМАЛЬНИХ СТОВБУРОВИХ КЛІТИН КІСТКОВОГО МОЗКУ КРОЛІВ НА РАННІХ ПАСАЖАХ КУЛЬТИВУВАННЯ IN VITRO

У зв'язку із зростаючою популярністю використання мезенхімальних стовбурових клітин у гуманній і ветеринарній медицині, важливим фактом клітинно-регенеративної терапії є підтвердження генетичної стабільності культур клітин, які вводяться людині/тварині-реципієнту. Цитогенетичні дослідження стовбурових клітин – один із важливих етапів контролю, який дозволяє встановити генетичну стабільність культивуємих клітин. Аналіз метафазних пластинок мезенхімальних стовбурових клітин кроля, одержаних на першому, третьому та п'ятому пасажах культивування, показав, що для цих клітин характерні кількісні порушення хромосом, зокрема анеуплоїдія та поліплоїдія. Анеуплоїдія в МСК кроля проявлялася із частотою 15 % на першому, 15,4 % на третьому та 8,3 % на п'ятому пасажах. Цитогенетичну мінливість (анеуплоїдію) в основному становили гіперплоїдні клітини, каріотип яких дорівнював ($n=46$; $n=56$) хромосом. Кратне збільшення гаплоїдного набору хромосом було виявлено у мезенхімальних стовбурових клітин кроля на всіх пасажах культивування. Поліплоїдні клітини були в основному тетра та гексаплоїдні, каріотип яких дорівнював ($n=88$) та ($n=132$) хромосом відповідно.

© Мазуркевич А. Й., Малюк М. О., Стародуб Л. Ф., 2015

Концентрація поліплоїдних клітин у мезенхімальних стовбурових клітинах кроля 1 пасажу становила 6,3 %, 2 – 15,4 %, 3 – 37,5 %. Під час проведення мікроядерного тесту встановлено, що частота двоядерних мезенхімальних стовбурових клітин, клітин із мікроядрами та показник мітотичного індексу підвищені порівняно з рівнем спонтанного мутагенезу, характерного для клітин ссавців

Ключові слова: мезенхімальні стовбурові клітини, кістковий мозок, мононуклеарні клітини, цитогенетичний аналіз, хромосоми, анеуплоїдія, поліплоїдія, апоптозні клітини.

УДК 575:602.9:611.018.46:57.086.8:636.92

Мазуркевич А. И., д.вет.н., професор, чл.-кор. НААН України,

Малюк Н. А., к.вет.н., доцент,

E-mail: nikolai_malyuk@mail.ru

Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины, ул. Героев Оборона, 15; Киев, 03041, Украина

Стародуб Л. Ф., к.с.-х.н., старший научный сотрудник

Институт разведения и генетики животных НААН Украины, Киевской обл., Бориспольского р-на, с. Чубинское, ул. П.Л. Погребняка; 08321, Украина

ЦИТОГЕНЕТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ МЕЗЕНХИМАЛЬНЫХ СТВОЛОВЫХ КЛЕТОК КОСТНОГО МОЗГА КРОЛЕЙ НА РАННИХ ПАСАЖАХ КУЛЬТИВИРОВАНИЯ IN VITRO

В связи с повышенной популярностью использования мезенхимальных стволовых клеток в гуманной и ветеринарной медицине, важным фактом клеточно-регенеративной терапии является подтверждение генетической стабильности культур клеток, которые вводятся человеку/животному-реципиенту. Цитогенетические исследования стволовых клеток – один из важных этапов контроля, который позволяет установить генетическую стабильность культивирующихся клеток. Анализ метафазных пластинок мезенхимальных стволовых клеток кроля, полученных на первом, третьем и пятом пассажах, показал, что для этих клеток характерные количественные нарушения хромосом, в частности анеуплоидия и полиплоидия. Анеуплоидия в мезенхимальных стволовых клетках кроля проявлялась с частотой 15 % на первом, 15,4 % на третьем, и 8,3 % на пятом пассажах. Цитогенетическую изменчивость (анеуплоидию) в основном представляли гиперплоидные клетки, кариотип которых становил ($n=46$; $n=56$) хромосом. Кратное увеличение гаплоидного набора хромосом было выявлено у мезенхимальных стволовых клеток на всех пассажах культивирования. Полиплоидные клетки были в основном тетра и гексаплоидные, кариотип которых равнялся ($n=88$) и ($n=132$) хромосом соответственно. Концентрация полиплоидных мезенхимальных стволовых клеток кроля на первом пассаже становила 6,3 %, 2 пассажа – 15,4 %, 3 пассажа – 37,5 %. Во время проведения микроядерного теста установлено, что частота двоядерных мезенхимальных стволовых клеток, клеток с микроядрами и показатель митотического индекса повышены сравнительно с уровнем спонтанного мутагенезу, характерного для клеток млекопитающих.

Ключевые слова: мезенхимальные стволовые клетки, костный мозг, мононуклеарные клетки, цитогенетический анализ, хромосомы, анеуплоидия, полиплоидия, апоптозные клетки.

UDC 575:602.9:611.018.46:57.086.8:636.92

Mazurkevych A. I., doctor of veterinary science, professor;**Malyuk M. O.**, candidate of veterinary sciences, docent*National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Heroiv Oborony str., 15; Kyiv, 03041, Ukraine***Starodub L. F.**, candidate of agricultural sciences, senior research fellow*Institute of Animal Breeding and Genetics of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine, Pogrebnyak st., 1, Chubynske village, Boryspil district, Kyiv region, 08321, Ukraine*

CYTOGENETIC MONITORING OF RABBITS BONE MARROW MESENCHYMAL STEM CELLS IN EARLY PASSAGES IN VITRO CULTIVATION

Due to the increasing popularity of the use of mesenchymal stem cells in human and veterinary medicine, an important fact for regenerative cell therapy is to confirm the genetic stability of the cell cultures that are introduced into human/animal recipient. Cytogenetic studies of stem cells are one of the most important stages of control, which allows to establish the genetic stability of cultivated cells. Analysis of metaphase plates of rabbit mesenchymal stem cells obtained at the first, third and fifth passages of cultivation have shown that for these cells are typical quantitative chromosome abnormalities, including aneuploidy and polyploidy. Aneuploidy in rabbit mesenchymal stem cells was revealed with the frequency of 15 % at the first, 15,4 % at the third and 8,3 % at the fifth passages. Cytogenetic variability (aneuploidy) mostly constituted the hyperploidy cells which karyotype was ($n=46$; $n=56$) chromosomes. Fold increase of haploid set of chromosomes was found in rabbit mesenchymal stem cells at all passages of cultivation. Polyploid cells were mainly tetra- and hexaploid, which karyotype was ($n=88$) and ($n=132$) chromosomes respectively. The concentration of polyploid cells in rabbit mesenchymal stem cells at the first passage was 6,3 %, second – 15,4 % and third – 37,5 %. When conducting the micronucleus test it was found that the frequency of binucleated mesenchymal stem cells, cells with micronuclei and mitotic index are increased in compare with the spontaneous mutagenesis that is typical for mammalian cells.

Key words: *mesenchymal stem cells, bone marrow, mononuclear cells, cytogenetic analysis, chromosomes, aneuploidy, polyploidy, apoptotic cells.*

У зв'язку із зростаючою популярністю використання МСК у гуманній і ветеринарній медицині, важливим фактом клітинно-регенеративної терапії є підтвердження генетичної стабільності каріотипу культур клітин, які вводяться людині/тварині-реципієнту. Цитогенетичні дослідження стовбурових клітин – один із важливих етапів контролю, який дозволяє встановити генетичну стабільність культивуємих клітин. Недостатнє для терапевтичних цілей число СК потребує їх нарощування в культурі (пасажування). Згідно з даними ряду дослідників, при збільшенні об'єму клітинної маси з'являються клітини з порушеннями хромосомного набору, які дають згодом аномальні клітинні клони, застосування яких для клітинно-регенеративної терапії неприпустимо, оскільки генетичні порушення можуть ініціювати злякисні переродження [4, 9, 12, 18].

Разом з тим, ряд робіт з дослідження каріотипової стабільності МСК в процесі культивування вказує на користь довготривалого культивування до 25 пасажу. При цьому не спостерігається розвиток хромосомних відхилень або

відхилень генетичної стабільності клітин навіть після долання ліміту Хейфліка (після 63 циклів подвоєння) [8, 14,17].

Liu et al. вивчали каріотип МСК, виділених із кісткового мозку людей (12 осіб) протягом 6 пасажів. Після культивування проведено стандартне каріотипування. При цьому, змін каріотипу не виявлено. Автори вважають, що генетична трансформація МСК є результатом різних підходів до культивування клітин [13].

Отже, проведення цитогенетичного аналізу мезенхімальних стовбурових клітин тварин, зокрема, МСК кісткового мозку кролів, на ранніх пасажах культивування *in vitro* має як теоретичне, так і практичне значення і є досить актуальним.

Мета досліджень. Встановити закономірності хромосомної мінливості мезенхімальних стовбурових клітин кісткового мозку кролів на ранніх пасажах культивування і провести мікроядерний тест цих клітин.

Матеріали і методи. Мезенхімальні стовбурові клітини одержували із аспірату кісткового мозку стегнової кістки кролів [5]. Одержану клітинну масу культивували у стандартному середовищі: DMEM – 80 %, сироватка ембріонів телят – 20 % (виробництва «Sigma», США) з додаванням 10 мкл/см³ середовища антибіотика-антимікотика. Культивування проводили у CO₂-інкубаторі за 37 °С та 5 % концентрації CO₂. При цьому МСК осідали, прикріплюючись до поверхні культуральних чашок Петрі і розпластувались. Суспензовану культуру гемопоетичних клітин згодом видаляли, після чого продовжували культивувати лише ті клітини, що мають адгезивні властивості. Після культивування отримували суспензію клітин, використовуюючи 0,5/0,2 % розчин трипсину/ЕДТА [3]. Мікроскопічний аналіз і оцінку культури здійснювали за допомогою інвертованого мікроскопа Axiovert 40 (Карл Цейс).

Цитогенетичний скринінг включав аналіз 30 метафазних пластинок стовбурових клітин кроля першого, третього та п'ятого пасажів. Для отримання препаратів хромосом використовували модифікацію стандартного цитогенетичного методу [7, 15]. Фіксацію хромосом проводили через 48 години після посіву клітин. Колхіцин додавали у культуральне середовище із розрахунку 0,05–0,5 мкг/мл та інкубували 1,5–2 години при температурі 37 °С. Зняття клітин із чашок Петрі та отримання клітинної суспензії здійснювали шляхом інкубації протягом 1–5 хв при температурі 37 °С у розчині трипсин-версену. Для руйнування клітин їх інкубували протягом 30 хв при температурі 37 °С у теплому гіпотонічному розчині КСІ (0,56 %) із розрахунку 1 мл клітинної суспензії до 9 мл гіпотонічного розчину (1:9). Фіксацію хромосом проводили три – чотири рази по 10–20 хв у свіжоприготовленому охолоджену фіксаторі (метанол: крижана оцтова кислота, 3:1). Отримані препарати хромосом забарвлювали протягом 40 хв у 20 %-му розчині барвника Гімза («Merck», Німеччина). Аналіз метафазних пластинок здійснювали за допомогою мікроскопа AxioStar plus (Carl Zeiss, Німеччина), збільшення x400 та x1000.

У процесі досліджень враховували: кількісні порушення хромосом – анеуплоїдію (А), поліплоїдію (ПП) та структурні аберації – розриви хромосом (ХР) і хроматид (ХМ). На цих самих препаратах провели мікроядерний тест: підраховували кількість двоядерних (ДЯ) клітин, клітин із мікроядром (МЯ), мітотичний індекс (МІ), апоптозні клітини (АП). Частоту ДЯ, МЯ, МІ, АП враховували на 1000 клітин (%).

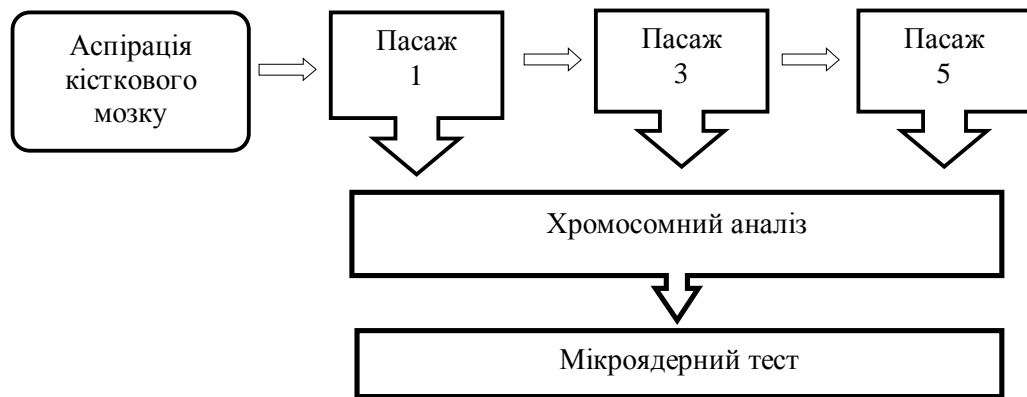


Рис. 1. Схема експериментальних досліджень

Результати та їх обговорення. Результати проведеного аналізу метафазних пластинок МСК кроля, одержаних на першому, третьому та п'ятому пасажах культивування, наведені в табл. 1, 2 та рис. 2. Як видно із наведеного ілюстраційного матеріалу, для цих клітин характерні кількісні порушення хромосом, зокрема анеуплоїдія та поліплоїдія. Анеуплоїдія в МСК кроля проявлялася із частотою 15 % на першому, 15,4 % на третьому та 8,3 % на п'ятому пасажах. Цитогенетичну мінливість (анеуплоїдію) в основному становили гіперплоїдні клітини, каріотип яких дорівнював (n=46; n=56) хромосом.

Таблиця 1

Показники цитогенетичного контролю МСК кроля на різних пасажах культивування (M±m, n=5)

№ пасажу	Кількість метафаз	Анеуплоїдія, %	Поліплоїдія, %
1	30	15,0±2,3	6,3±1,2
3	30	15,4±2,5	15,4±1,4
5	30	8,3±1,1	37,5±3,2

Найнижчий показник цієї мінливості (8,3 %) виявлено у клітин 5-го пасажу культивування, що приблизно у два рази менше порівняно з МСК 1-го та 3-го пасажу з достовірною різницею середніх величин (P>0,999). Проте, вчені вважають, що середня величина об'єму хромосомних мутацій у ссавців знаходиться в діапазоні від 6 до 15 % [6]. Отже, кількісні порушення хромосом, а саме анеуплоїдія, у мезенхімальних стовбурових клітинах кроля першого, третього та п'ятого пасажах знаходилися у межах норми.

Кратне збільшення гаплоїдного набору хромосом було виявлено у МСК кроля на всіх проаналізованих пасажах культивування. Поліплоїдні клітини були в основному тетра та гексаплоїдні, каріотип яких дорівнював (n=88) та (n=132) хромосом відповідно. Концентрація поліплоїдних клітин у мезенхімальних стовбурових клітинах кроля 1 пасажу становила 6,3 %, 2 пасажу – 15,4 %, 3 пасажу – 37,5 %. У популяціях клітин від першого до п'ятого пасажу спостерігалось підвищення відсотка поліплоїдії з достовірною різницею середніх величин (P>0,999). Цитогенетичні показники поліплоїдії (37,5 %) МСК кроля 5 пасажу перевищували середню величину об'єму хромосомних мутацій, характерну для ссавців, у 2,5 рази, що свідчить про каріотипову нестабільність цих клітин [6].

Структурні порушення каріотипу (хромосомні та хроматидні розриви) у популяціях МСК кроля від першого до п'ятого пасажу виявлені не були.

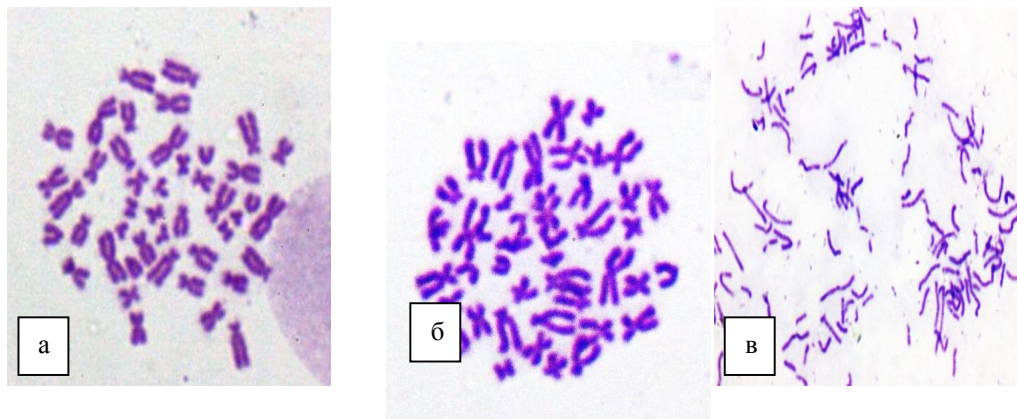


Рис. 2. Каріотип мезенхімальних стовбурових клітин кісткового мозку кроля третього пасажу: а - метафазна пластинка в нормі ($2n=44$); б - кількісні порушення каріотипу (анеуплоїдія $2n=46$); в- кількісні порушення каріотипу (поліплоїдія $5n=110$)

Таблиця 2

Мікроядерний тест мезенхімальних стовбурових клітин пуповини кроля ($M+m, n=5$)

№ пасажу	Клітини із мікроядром, %	Двоядерні клітини, %	Мітотичний індекс, %	Апоптоз, %
I	$9,0 \pm 2,6$	$4,0 \pm 1,1$	$11,0 \pm 1,4$	$2,0 \pm 1,0$
III	$4,0 \pm 1,7$	$7,2 \pm 1,6$	$10,1 \pm 1,3$	$1,0 \pm 1,0$
IV	$3,2 \pm 1,3$	$8,2 \pm 1,5$	$15,2 \pm 2,2$	$2,0 \pm 1,0$

На нашу думку, до таких змін у каріотипі клітин може призвести ензиматичне пасування (дія трипсину) культури МСК. Наші дослідження узгоджуються з дослідженнями ряду авторів [4, 11, 16]. Разом з тим, ряд дослідників не виявляли клітин із генетичними аномаліями при ензиматичному пасуванні клітинного матеріалу [1, 10, 20].

Частка клітин із мікроядрами ($9,0\%$ – $3,2\%$) від першого до п'ятого пасажу, при нормі $1,6\%$ для ссавців [17], була підвищена. Частота двоядерних мезенхімальних стовбурових клітин кроля від першого до п'ятого пасажу становила $4,0$ – $8,2\%$, що перевищувала рівень спонтанного мутагенезу, який характерний для клітин ссавців [2]. Підвищений мітотичний індекс ($11,0$ – $15,2\%$) при нормі ($2,9$ – $4,1\%$) [2] свідчить про посилену проліферацію культивуємих клітин. При цьому, рівень апоптозних клітин знаходився у межах норми.

Висновки:

1. Кількісні порушення хромосом (анеуплоїдія) у мезенхімальних стовбурових клітинах кроля першого, третього та п'ятого пасажу знаходиться у межах норми.

2. Встановлено, що показник поліплоїдії мезенхімальних стовбурових клітин 5 пасажу перевищують середню величину об'єму хромосомних мутацій у 2,5 рази.

3. Частота двоядерних мезенхімальних стовбурових клітин, клітин із мікроядрами та показник мітотичного індексу підвищені порівняно з рівнем спонтанного мутагенезу, характерного для клітин ссавців.

Література

1. Бурунова В. В. Проблемы стандартизации при получении клеточных культур мезенхимального происхождения: экспериментальный и теоретический анализ. Автор. дис. канд. биол. наук. / В. В. Бурунова // Москва, 2011. – 27 с.

2. Джус П. П. Видоспецифічність дестабілізації каріотипів сільськогосподарських тварин за радіаційного та інфекційного впливу : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. біол. наук : спец. 03.00.15 «Генетика» / П. П. Джус. – К., 2012. – 20 с.
3. Методичні рекомендації “Використання мезенхімальних стовбурових клітин для корекції репаративних процесів в організмі тварин-реципієнтів”. Мазуркевич А. Й., Данілов В. Б., Малюк М. О. та ін. – К., 2012. – С. 42.
4. Омельченко Е. А. та ін. Сравнительный цитогенетический анализ стромальных клеток костного мозга на различных пассажах у крыс линии Wistar. / Омельченко Е. А., Кульшин В. Е., Зарубенко Е. С., Паныбратцева С. Г., Забирник А. С. // Проблемы непрерывной медицинской освіти та науки. – 2011. – № 4. – С. 55–59.
5. Патент на корисну модель № 86839 «Спосіб прижиттєвого отримання кісткового мозку у дрібних тварин» Бюл. № 1 від 10.01.2014 Мазуркевич А. Й., Малюк М. О., Ткаченко С. М., Харкевич Ю. О.
6. Эрнст Л. К. Мониторинг генетических болезней животных в системе крупномасштабной селекции / Л. К. Эрнст, А. И. Жигачев – М., 2006. – 383 с.
7. Barch M. J. Cytogenetics laboratory manual. / Barch M. J., Knutsen T., Spurbeck J. L. // – Lippincot – Raven. – 1997. – 668 p.
8. Bernardo M. E. et al. Human bone marrow derived mesenchymal stem cells do not undergo transformation after long-term in vitro culture and do not exhibit telomere maintenance mechanisms // *Cancer Res.* 2007. Т. 67. № 19. С. 9142–9149.
9. Bochkov N. P. Chromosome variability of human multipotent mesenchymal stromal cells / N. P. Bochkov, E. S. Voronina, N. V. Kosyakova et al. // *Bull. Exp. Biol. Med.* – 2007. – 143. – P. 122–126.
10. Cardoso T. C. Isolation and characterization of Wharton’s jelly-derived multipotent mesenchymal stromal cells obtained from bovine umbilical cord and maintained in a defined serum-free three-dimensional system / T. C. Cardoso, H. F Ferraril, A. F. Garcia et al. // *BMC Biotechnology.* – 2012. – Vol. 12. N 3. – P. 1 – 11.
11. Inzunza J. et al. Comparative genomic hybridization and caryotyping of human embryonic stem cells reveals the occurrence of an isodicentric X chromosome after long-term cultivation / Inzunza J., Sahlen S., Homberg K. // *Mol. Hum. Reprod.* – 2004. – Vol. 10, N 6. – P. 461–466.
12. Lazennec G., Jorgensen C. Concise review: adult multipotent stromal cells and cancer: risk or benefit? // *Stem Cells.* 2008. Т. 26. № 6. – С. 1387–1394.
13. Liu L. et al. Ex vivo expansion and in vivo infusion of bone marrow-derived Flk-1+CD31-CD34- mesenchymal stem cells: feasibility and safety from monkey to human // *Stem Cells Dev.* 2006. Т. 15. № 3. – С. 349–357.
14. Mareschi K. et al. Expansion of mesenchymal stem cells isolated from pediatric and adult donor bone marrow // *J. Cell. Biochem.* 2006. Т. 97. № 4. – С. 744–754.
15. Moorhead P. S. Chromosome preparations of leukocytes cultured from human peripheral blood. / Moorhead P. S., Nowell P. C., Mellman W. I. et al // *Exp. Cell Res.* – 1960. – Vol. 20, N 3. – P. 613–616.
16. Shiras A. et al. Spontaneous transformation of human adult nontumorigenic stem cells to cancer stem cells is driven by genomic instability in a human model of glioblastoma // *Stem Cells.* 2007. Т. 25. № 6. – С. 1478–1489.
17. Soukup T. et al. Mesenchymal stem cells isolated from the human bone marrow: cultivation, phenotypic analysis and changes in proliferation kinetics // *Acta Medica (Hradec Kralove).* 2006. Т. 49. № 1. – С. 27–33.
18. Tolar J. et al. Sarcoma derived from cultured mesenchymal stem cells // *Stem Cells.* 2007. Т. 25. № 2. – С. 371–379.
19. Xikum X. Observations on micronuclei germ cels / X. Xikum, S. Liming. *Zool. Res.* – 1990. – Y. 11. – № 4. – P. 343 – 348.

20. Zucconi E. Mesenchymal Stem Cells Derived From Canine Umbilical Cord Vein—A Novel Source for Cell Therapy Studies / Zucconi E, Vieira N. M., Daniela Bueno F. et al. // Stem Cells and Development. 2010 – V. 19. – N 3, P. 395–402.

Стаття надійшла до редакції 30.03.2015

¹ УДК 636.52/58:577.161.115

Мароунек М.¹, професор, Ph.D., Dr. Sc., marounek.milan@vuzv.cz
Шкрживан М.¹, професор, Ph.D., Dr.Sc., **Енглмаєрова М.¹**, Ph.D.,
Калачнюк М. С.², студент магістратури,

Калачнюк Л. Г.², д.б.н., професор, lilkalachnyuk@gmail.com

¹Інститут тваринництва, 104 00 Прага, Чеська Республіка

²Національний університет біоресурсів і природокористування України,
вул. Героїв Оборони, 15; Київ, 03041, Україна

ВПЛИВ ПРИРОДНИХ І СИНТЕТИЧНИХ КАРОТИНОЇДІВ НА ДЕЯКІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЖОВТКА: КОЛІР І ОКИСНУ СТАБІЛЬНІСТЬ ЛІПІДІВ

Каротиноїди – це синтезовані рослинами і мікроорганізмами жовті, оранжеві і червоні пігменти, які є попередниками вітаміну А та можуть виконувати імунomodуючі функції. Зазвичай у птахівництві каротиноїди вносять у раціон курей-несучок для отримання оптимальної пігментації яєчного жовтка і збільшення окисної стабільності його ліпідів. З метою оцінки ефекту синтетичних і натуральних каротиноїдів на денну продукцію яєць і деяких інших параметрів їх якості були проведені два досліді. Курей утримували на раціонах, а саме: контрольному і дослідних з добавками синтетичних каротиноїдів - червоного і жовтого Carroghyl®, лютеїну, водоростей хлорели і гірчичної муки. Каротиноїди не мали ніякого впливу на денну продукцію яєць курки. Достовірно посилювали інтенсивність кольору жовтка як і синтетичні, так і природні каротиноїди. Carroghylls, лютеїн і Chlorella достовірно збільшили окисну стабільність ліпідів жовтка. Звідси можна зробити висновки, що, по-перше, лютеїн і Chlorella – це альтернатива синтетичним каротиноїдам, а, по-друге, використання хлорели є більш вигідним з економічної точки зору, ніж лютеїну.

Ключові слова: каротиноїди, колір жовтка, стійкість до окиснення, хлорела.

УДК 636.52/58:577.161.115

Мароунек М.¹, професор, Ph.D., Dr.Sc., marounek.milan@vuzv.cz
Шкрживан М., професор, Ph.D., Dr.Sc., **Енглмаєрова М.**, Ph.D.,
Калачнюк М. С.², студент магістратури,

Калачнюк Л. Г.², д.б.н., професор, lilkalachnyuk@gmail.com

¹Інститут животноводства, 104 00 Прага, Чеська Республіка

²Національний університет біоресурсів і природопользования Украины,
ул. Героев Оборони, 15; Киев, 03041, Украина

ВЛИЯНИЕ ПРИРОДНЫХ И СИНТЕТИЧЕСКИХ КАРОТИНОИДОВ НА НЕКОТОРЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЖЕЛТКА: ЦВЕТ И ОКИСЛИТЕЛЬНУЮ СТАБИЛЬНОСТЬ ЛИПИДОВ

Каротиноиды – это синтезированные растениями и микроорганизмами желтые, оранжевые и красные пигменты, которые являются предшественниками витамина А и могут выполнять иммуномодулирующие функции. Обычно в птицеводстве каротиноиды вносят в рацион кур-несушек для получения оптимальной пигментации яичного желтка и увеличение окислительной

© Мароунек М., Шкрживан М., Енглмаєрова М., Калачнюк М. С., Калачнюк Л. Г., 2015