



Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького
Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies

doi:10.15421/nvlvet8009

ISSN 2519–268X print
ISSN 2518–1327 online

<http://nvlvet.com.ua/>

УДК 637.5

Дослідження м'ясного продукту з додаванням кверцетинвмісної сировини в середовищі *in vivo*

Т.М. Іванова¹, Ю.В. Гошовська², І.Ю. Охай², Л.В. Пешук¹,
М.С. Романенко³, Р.А. Федічкіна², І.М. Шаповал³
tatiana_n.iv@ukr.net

¹Національний університет харчових технологій,
вул. Володимирська, 68, м. Київ, 01601, Україна;

²Інститут фізіології ім. О.О.Богомольця НАН України,
вул. Академіка Богомольця, 4, м. Київ, 01601, Україна;

³ДУ «Інститут геронтології ім. Д.Ф.Чеботарьова НАМН України»,
вул. Вишгородська, 67, м. Київ, 04114, Україна

Метою роботи було дослідження антиоксидантів природного походження, які не поступаються за ефективністю синтетичним аналогам. Природні антиоксиданти на відміну від хімічно синтезованих не проявляють негативного побічного впливу на організм людини, поліпшуючи якісні характеристики продукту; мають низьку токсичність і позитивно впливають на фізіологічні процеси людського організму, підвищуючи його резистентність. Для поставленої мети попередньо було проведено підбір антиоксидантів природного походження; удосконалено технологію м'ясних продуктів; проведено ряд досліджень в середовищі *in vivo*. Як джерело речовин з антиокиснючими характеристиками вибрано лушпиння цибулі, яке містить потужний антиоксидант флаваноїд кверцетин. Робота була присвячена дослідженню впливу екстракту лушпиння цибулі в композиті з м'ясним продуктом на ряд фізіологічних і біохімічних параметрів в експериментальній моделі стану, наближеного до метаболічного синдрому, у тварин з генетично детермінованою артеріальною гіпертензією. Вивчали показники вмісту глюкози в крові та показники зміни температури і маси тіла щурів в процесі згодовування удосконаленим м'ясним продуктом. Вимірювання рівнів глюкози в артеріальній крові щурів показали двократне (на 59%, $P < 0,01$) збільшення вмісту глюкози у спонтанногіпертензивних щурів. Додавання фруктози до питної води збільшило вміст глюкози всього на 5%. Годування щурів м'ясним продуктом із вмістом кверцетину не знизило рівень глюкози. Однак годування тварин, що утримувались на фруктозі, м'ясним продуктом з екстрактом лушпиння цибулі знизило рівень глюкози на 14%. Показники зміни маси і температури тіла білих щурів самців при вживанні м'ясного продукту з екстрактом лушпиння цибулі, кверцетином, порівняно з контрольними групами показали, що процент виживання склав 100%. Заміри маси і температури показали таке: в контрольній групі зі звичайним кормом щурі майже не набрали ваги, але температура наприкінці дослідження знизилась; найбільше маси набрали щурі, в раціон яких додаткового було включено м'ясний продукт з кверцетином. Температура залишилась в межах норми лише у групах, які з'їдали м'ясний продукт з екстрактом лушпиння цибулі чи кверцетину.

Ключові слова: оксидативний стрес, антиоксиданти, м'ясний продукт, кверцетин, екстракт лушпиння цибулі, щури.

Исследование мясного продукта с добавлением кверцетинсодержащего сырья в среде *in vivo*

Т.М. Иванова¹, Ю.В. Гошовская², И.Ю. Охай², Л.В. Пешук¹,
М.С. Романенко³, Р.А. Федичкина², И.М. Шаповал³
tatiana_n.iv@ukr.net

Citation:

Ivanova, T.M., Goshovska, Y.V., Ohhi, I.Y., Peshuk, L.V., Romanenko, M.S., Fedichkina, R.A., Shapoval, I.M. (2017). Investigation of meat product with the addition of quercetin-containing raw material in an *in vivo* environment. *Scientific Messenger LNUVMB*, 19(80), 43–47.

¹Национальный университет пищевых технологий,
ул. Владимирская, 68, г. Киев, 01601, Украина;
²Институт физиологии им. Богомольца НАН Украины,
ул. Академика Богомольца, 4, Киев, 01601, Украина;
³ДУ «Институт геронтологии им. Д.Ф.Чеботарева НАМН»,
ул. Вышгородская, 67, г. Киев, 04114, Украина

Целью работы было исследование антиоксидантов природного происхождения, которые не уступают по эффективности синтетическим аналогам. Природные антиоксиданты в отличие от химически синтезированных не проявляют негативного побочного влияния на организм человека, улучшая качественные характеристики продукта; имеют низкую токсичность и положительно влияют на физиологические процессы человеческого организма, повышая его устойчивость. Для поставленной цели предварительно был проведен подбор антиоксидантов природного происхождения; усовершенствована технология мясных продуктов; проведен ряд исследований в среде *in vivo*. В качестве источника веществ с антиоксидантными характеристиками выбрано луковую шелуху, которая содержит мощный антиоксидант флаваноид кверцетин. Работа была посвящена исследованию влияния экстракта шелухи лука в композите с мясным продуктом на ряд физиологических и биохимических параметров в экспериментальной модели состояния, близкого к метаболическому синдрому, у животных с генетически детерминированной артериальной гипертензией. Изучали показатели содержания глюкозы в крови и показатели изменения температуры и массы тела крыс в процессе скормливания усовершенствованным мясным продуктом. Измерения уровня глюкозы в артериальной крови крыс показали двукратное (на 59%, $P < 0,01$) повышение содержания глюкозы в спонтанногипертензивных крыс. Добавление фруктозы к питьевой воде увеличило содержание глюкозы всего на 5%. Кормление крыс мясным продуктом с содержанием кверцетина не снизило уровень глюкозы. Однако кормления животных, которые содержались на фруктозе, мясным продуктом с экстрактом шелухи лука снизило уровень глюкозы на 14%. Показатели изменения массы и температуры тела белых крыс самцов при употреблении мясного продукта с экстрактом шелухи лука, кверцетином, по сравнению с контрольными группами показали, что процент выживания составил 100%. Замеры массы и температуры показали следующее: в контрольной группе с обычным кормом крысы почти не набрали вес, но температура в конце исследования снизилась; больше массу набрали крысы в рацион которых дополнительно были включены мясной продукт с кверцетином. Температура осталась в пределах нормы только в группах, съевших мясной продукт с экстрактом шелухи лука или кверцетина.

Ключевые слова: окислительный стресс, антиоксиданты, мясной продукт, кверцетин, экстракт шелухи лука, крысы.

Investigation of meat product with the addition of quercetin-containing raw material in an *in vivo* environment

T.M. Ivanova¹, Y.V. Goshovska², I.Y. Ohhi², L.V. Peshuk¹,
M.S. Romanenko³, R.A. Fedichkina², I.M. Shapoval³
tatiana_n.iv@ukr.net

¹National University of Food Technologies,
Volodymyrska Str., 68, Kyiv, 01601, Ukraine;

²Institute of Physiology OO Bogomolets National Academy of Sciences of Ukraine,
Bogomoletz Str., 4, Kyiv, 01024, Ukraine;

³Institute of Gerontology named after D.F. Chebotaryov,
Vyshgorodskaya Str., 67, Kyiv, 04114, Ukraine

The purpose of the work was to study antioxidants of natural origin, which are not inferior to the effectiveness of synthetic analogues. Natural antioxidants, in contrast to chemically synthesized, do not show any negative side effects on the human body, improving the quality of the product; have low toxicity and have a positive effect on the physiological processes of the human body, increasing its resistance. For this purpose, a preliminary selection of antioxidants of natural origin was carried out; meat technology improved; a number of studies have been conducted in the *in vivo* environment. As a source of substances with antioxidant characteristics, husk is selected, which contains a powerful antioxidant flavanoid quercetin. The work was devoted to the study of the effect of onion husk extract in a composite with a meat product on a number of physiological and biochemical parameters in an experimental model of the state of an approaching metabolic syndrome in animals with genetically determined arterial hypertension. In this work, glucose levels in the blood and parameters of changes in temperature and body weight of rats were studied in the process of feeding with the improved meat product. Measurements of glucose levels in rat arterial blood showed double-fold (59%, $P < 0.01$) increase in glucose content in spontaneously hypertensive rats. Adding fructose to drinking water increased glucose content by only 5%. Feeding rats with meat products containing quercetin did not reduce glucose levels. However, feeding on fructose animals, a meat product with onion husk extract, lowered glucose levels by 14%. Indicators of changes in body mass and body temperature of white male rats when using meat product with onion husk extract, quercetin, in comparison with control groups, showed that the percentage of survival was 100%. Measurements of mass and temperature showed the following: in the control group with normal feed, the rats did not gain weight at all, but the temperature at the end of the study decreased; The largest amount of rats in the diet was added to the meat product with quercetin. The temperature remained within the normal limits only in the groups that ate the meat product with the extract of husk of onion or quercetin.

Key words: oxidative stress, antioxidants, meat product, quercetin, onion skin extract, rats.

Вступ

Нині в результаті постійної дії радіації, ультрафіолетового опромінення, нераціонального харчування людей, паління, алкоголізму, інфекційних захворювань, постійних стресів виникають передумови для появи оксидативного стресу в організмі людини та є потреба вирішення цих негативних чинників шляхом залучення новітніх розробок в галузі харчової індустрії з метою підтримання активності природної антиоксидантної системи людини.

Основу оксидативного стресу в організмі людини складає окиснення жирних кислот за вільно-радикальною схемою, яке отримало назву перекисне окислення ліпідів (ПОЛ). В даний час доведено, що процес ПОЛ в організмі людини проходить за всім відомою вільно-радикальною схемою, коли гідроперекиси розкладаються, ініціюючи нові ланцюги. Вільні радикали взаємодіють з ліпідами клітини, відбирають у них атом водню, перетворюючи їх в нові вільні радикали. Ця ланцюгова реакція послаблює клітинну мембрану, порушує цілісність клітини і відкриває дорогу багатьом дегенеративним захворюванням (Kurashvili, 2001; Martyshuk et al., 2016; Khariv et al., 2016).

В результаті самоприскорених реакцій вільно-радикального окиснення в організмі утворюється безліч продуктів оксидативного стресу (гідроперекиси ліпідів, дієнових кон'югати, малоновий діальдегід), які є токсичними для клітини, призводять до порушення функцій мембран і метаболізму в цілому (Lavryshyn et al., 2016). Значне зростання вільних радикалів і ланцюгові реакції з їх участю можуть бути причиною або ускладнювати перебіг багатьох небезпечних захворювань, таких як астма, артрити, діабет, рак, атеросклероз, депресія та ін. Але водночас вони можуть не тільки шкодити здоров'ю, але й допомагати організму боротися з бактеріальними, вірусними і грибковими інфекціями. Посилене утворення вільних радикалів в організмі людини викликають емоційні потрясіння; передчасне старіння теж може бути пов'язано з їх утворенням. Однак здоровий організм має значні можливості протидіяти вільним радикалам. Їх руйнують спеціальні ферменти, але тільки спільно з деякими вітамінами і мікроелементами, а саме: Селеном, Міддю, Марганцем, Цинком, вітамінами групи В, С, А, Е та ін. Антиоксиданти також зв'язують вільні радикали, захищаючи організм від їх впливу.

Для контролю інтенсивності вільнорадикальних процесів в організмі існує антиоксидантна система (АОС), що являє собою сукупність захисних механізмів клітин, тканин, органів і систем, спрямованих на збереження і підтримання гомеостазу в організмі. Рівновага між цими двома протилежними складовими в стані фізіологічного оптимуму утримує перекисне окислення на певному низькому рівні, перешкоджаючи розвитку ланцюгового окисного процесу, і характеризує антиоксидантний статус організму. Неферментативне ланка АОС являє собою з'єднання, здатні зв'язувати вільні радикали: токоферол, убіхінон, вітамін А, глутатіон, біофлавоноїди та інші (Lavryshyn et al., 2016).

Окиснення ліпідів в клітинах мембран в організмі людини та в харчових жирах має одну природу і за одним і тим же механізмом індукує окиснення, тому і рішення з антиоксидантного захисту мають ті ж механізми. У багатьох випадках окислювальний стрес можна прибрати антиоксидантною терапією, тобто споживанням природних антиоксидантів, присутніх в овочах, фруктах, ягодах, рослинних оліях, маслах, меді, чаї, вині та ін.

Під час зберігання під дією кисню повітря, світла, тепла, ферментів, металів змінної валентності відбувається самоокислення складових харчового продукту. У процесі самоокиснення руйнуються вітаміни, окиснюються і розщеплюються ліпіди, жирні кислоти, жироподібні речовини, внаслідок чого утворюються продукти окиснення зі специфічним запахом і смаком. Продукти окиснення шкідливо впливають на організм людини, вони можуть бути токсичними. Жири легко піддаються окисленню – згіркненню, осалюванню, внаслідок чого збільшуються кислотне і перекисне числа. Найбільший ступінь окиснення спостерігається у жирів з вмістом ненасичених жирних кислот (олія, вершкове масло, м'ясо), дію кисню спрямовано на ненасичені подвійні зв'язки жирних кислот (Men'shnikova and Lankin, 2006).

Дослідження процесів окиснення і нагромадження речовин, які спричиняють загрозу здоров'ю та викликають вади, а відповідно і визначають термін зберігання для гарантування безпечності продукту, є актуальними і дозволить підвищити споживні властивості м'ясних систем.

Окиснення харчових продуктів може бути загальмовано використанням антиоксидантів (антиокиснювачів) та їх синергістів. Антиоксиданти (АО) – це речовини, що запобігають окиснювальним процесам в ліпідах шляхом блокування ланцюгової реакції в результаті утворення стабільних проміжних продуктів. Вони є невід'ємною частиною здорового та повноцінного харчування, забезпечують захист від небезпечних хвороб і стресу і бувають синтетичні та натуральні.

Метою роботи було дослідження антиоксидантів природного походження, які не поступаються за ефективністю синтетичним аналогам. Природні антиоксиданти на відміну від хімічно синтезованих не проявляють негативного побічного впливу на організм людини, покращуючи якісні характеристики продукту. Тобто, основна перевага застосування біологічно активних речовин рослинного походження, які мають низьку токсичність – позитивно впливати на фізіологічні процеси людського організму, підвищуючи його резистентність. Для поставленої мети було попередньо проведено підбір антиоксидантів природного походження; удосконалено технологію м'ясних продуктів; проведено ряд досліджень в середовищі *in vivo*. Як джерело речовин з антиокиснючими характеристиками вибрано лушпиння цибулі, яке містить потужний антиоксидант флавоноїд кверцетин (Flavonoid kvercetin..., 2013; Peshuk et al., 2016).

Матеріал і методи досліджень

Матеріали досліджень: технологія м'ясних продуктів, екстракт лушпиння цибулі та кверцетин хімічно чистий у складі м'ясного продукту; щури самці 6-місячного віку. Робота була присвячена дослідженню впливу екстракту лушпиння цибулі в композиті з м'ясним продуктом на ряд морфометричних, фізіологічних і біохімічних параметрів в експериментальній моделі стану, наблизеного до метаболічного синдрому, у тварин з генетично детермінованою артеріальною гіпертензією (лінія SHR (spontaneously hypertensive rats), які утримувались в стандартних умовах виварію по 5–6 тварин в клітці з додаванням фруктози до питної води (250 г/л) протягом 3 місяців. В експерименті використовували тварин, які досягли 6-місячного віку. Вивчали показники вмісту глюкози в крові (забір крові здійснювали із аорти відразу після декапітації за допомогою інсулінового шприца). Вимірювання концентрації глюкози в артеріальній крові здійснювали за допомогою глюкометра Accu-Chek Active, (Roche, Німеччина) та показники зміни маси і температури тіла щурів до та після вживання удосконаленого м'ясного продукту.

Результати та їх обговорення

Дисліпідемія та окисний стрес, як відомо, є важливими патогенетичними моментами розвитку діабетичних ускладнень. При окисному стресі утворюються вільні радикали, які являють собою гетерогенну групу, але найбільша їх кількість належить до реактивних кисневих сполук. Підвищена кількість активних форм кисню (особливо супероксид-аніону) викликає порушення синтезу й активності оксиду азоту – важливої антиатерогенної речовини ендотелію, що ініціює окиснення ліпопротеїдів низької щільності, які можуть пошкоджувати ендотеліальний покрив артерій і накопичуватися в субендотеліальному просторі, здатні змінити структуру ДНК і викликати цитотоксичну дію, внаслідок чого порушуються регенеративно-проліферативні процеси в ендотеліальних клітинах і формується проатерогенний стан (Maeda, 2010).

Тому препарати, які здатні коригувати порушення ліпідного обміну, зменшувати прояви окисного стресу вважаються перспективними засобами патогенетичної терапії порушень, які спостерігаються при цукровому діабеті, та профілактики його ускладнень. До засобів подібної дії належать сполуки кверцетину, гіполіпідемічна та антиоксидантна активність яких переконливо доведена.

Артеріальна гіпертензія часто є супутнім явищем стану, що носить назву метаболічного синдрому і характеризується додатково наявністю ще кількох факторів, а саме гіперглікемії (підвищеного рівня глюкози в крові) як результату зниженої чутливості периферичних тканин до інсуліну, гіперінсулінемії (підвищеного рівня інсуліну в крові) і абдомінального ожиріння як наслідку порушення обміну ліпідів (дисліпідемії). При метаболічному синдромі часто спостерігається розвиток цукрового діабету. Незважаючи на те, що описані зміни характерні для осіб старшого

віку і вважаються асоційованими зі старінням, останнім часом даний комплекс порушень виявляється у молодших верств населення. Тому пошук нових доступних засобів корекції таких станів є актуальним завданням сучасних досліджень.

Роботи останніх років підтверджують позитивний ефект застосування біофлавоноїда кверцетину та його похідних для корекції артеріального тиску та васкулярних порушень при артеріальній гіпертензії в експерименті та клініці (Grande et al., 2016). Оскільки велика його кількість міститься в лушпинні цибулі, що по суті є вторсировиною, це збільшує його доступність для екстракції і впровадження у виробництво як біодобавки з потенційними гіпотензивними і геропротекторними властивостями.

Були проведені такі серії експериментів: I група контрольна (щурі лінії Wistar) – зі згодуванням звичайного корму та води; II група (щурі лінії SHR); III група – зі згодуванням звичайного корму з додаванням до раціону фруктози 20%; IV група – з додаванням м'ясного продукту з кверцетином; V група – з додаванням м'ясного продукту з ЕЛЦ. До раціону третьої та четвертої груп замість води було додано до раціону 20% концентрації фруктозу. Фруктозна дієта була використана для стимуляції метаболічних розладів. Перевантаження фруктози в раціоні експериментальних тваринах пов'язане зі збільшенням маси тіла, несприйняттям глюкози, погіршенням ліпідного обміну, розвитку резистентності до інсуліну та серцево-судинних змін (Grande et al., 2016).

Вимірювання рівнів глюкози в артеріальній крові щурів показали двократне (на 59%, $P < 0,01$) збільшення вмісту глюкози у спонтанногіпертензивних щурів. Додавання фруктози до питної води збільшило вміст глюкози всього на 5%. Ці дані співпадають з результатами, отриманими Levi et al (1998), де хронічне споживання фруктози не впливало на рівень глюкози в крові нормальних щурів, однак супроводжувалося збільшенням вмісту глікозильованого гемоглобіну на 42%, що відображає середній вміст циркулюючої глюкози в крові за останні 60 днів і збільшенням вмісту холестеролу на 33%, що вказує на ознаки дисліпідемії.

Годування щурів м'ясним продуктом із вмістом кверцетину не знизило рівень глюкози. Однак годування тварин, що утримувались на фруктозі, м'ясним продуктом з екстрактом лушпиння цибулі знизило рівень глюкози на 14%. Ймовірно, для більш вираженого гіпоглікемічного ефекту необхідний триваліший час годування. Водночас підтвердження незначного ефекту на рівень глюкози можна знайти в дослідження інших авторів, де кверцетин, екстрагований із лушпиння цибулі, в дозі 162 мг/день протягом 6 тижнів не впливав на рівень глюкози, інсуліну і прозапального маркера TNF- α у крові осіб з надлишковою вагою і I ступенем гіпертонічної хвороби. Дана доза екстракту в складі м'ясного продукту була визнана безпечною для вживання.

При визначенні зміни маси і температури тіла м'ясний продукт додавали до раціону щурів у кількості 1 г (на 1 щура розраховано 2,25 мг кверцетину на добу) згідно з вибраною моделлю досліджень. Основ-

ним критерієм була загибель тварин, але в період експерименту реєстрували також показники маси тіла та зовнішнього вигляду, поведінки, активності споживання корму, води, фруктози, функціонування шлунково-кишкового тракту та дихання.

Візуальний та інструментальний огляд піддослідних тварин включав аналіз зміни маси та температури

тіла, кольору шкіри та видимих слизових оболонок, стану шкірного покриву, рухової активності тварин, стану серцево-судинної системи, функціонування нервової системи (дратівливість, функціонування видільної системи та системи травлення).

Таблиця 1

Показники зміни маси і температури тіла білих щурів самців при вживанні м'ясного продукту з ЕЛЦ, кверцетином, порівняно з контрольними групами

Об'єкт дослідження	Одержаний результат*	Маса тіла, г		Температура тіла, °C	
		На початку досліду	Наприкінці досліду	На початку досліду	Наприкінці досліду
I група n = 4	0/4	336,0 ± 4,11	345,6 ± 3,14	38,1 ± 0,1	37,8 ± 0,1
II група n = 5	0/4	345,1 ± 1,14	350,5 ± 2,11	38,0 ± 0,1	37,6 ± 0,1
III група n = 4	0/4	361,3 ± 0,14	360,0 ± 0,32	38,3 ± 0,1	37,1 ± 0,1
IV група n = 5	0/5	312,5 ± 3,21	374,2 ± 2,21	38,0 ± 0,1	38,2 ± 0,1
V група n = 4	0/4	376,0 ± 2,13	410,6 ± 3,11	38,2 ± 0,1	38,5 ± 0,1

Примітка: * – відношення кількості тварин, які загинули, до загальної кількості тварин в групі (P < 0,01).

Показники зміни маси і температури тіла білих щурів самців (табл. 1) при вживанні м'ясного продукту з екстрактом лушпиння цибулі, кверцетином, порівняно з контрольними групами показали, що процент виживання склав для всіх груп 100%. Заміри маси і температури показали таке: в контрольній групі зі звичайним кормом щурі майже не набрали ваги, але температура наприкінці дослідження знизилась; найбільше масу набрали щурі в раціон яких додаткового було включено м'ясний продукт з кверцетином. Температура залишилась в межах норми у групах, які з'їдали м'ясний продукт з екстрактом лушпиння цибулі чи кверцетину.

Висновки

Проведено дослідження вмісту глюкози на дослідних щурах і встановлено, що годування тварин м'ясним продуктом з екстрактом лушпиння цибулі знизило рівень глюкози на 14%. Процент виживання тварин склав 100%. Температура залишилась в межах норми лише у групах, які з'їдали м'ясний продукт з екстрактом лушпиння цибулі чи кверцетину. Вагу значно набрали щурі, до раціону яких було додано м'ясний продукт з антиокиснючими добавками.

Перспективи подальших досліджень. Розроблений м'ясний продукт з включенням лушпиння цибулі є цінним джерелом біофлаваноїда кверцетина. Надалі цікавим для даного дослідження є проведення аналізу гістологічних методів дослідження, оцінки кардіодинаміки серця.

Бібліографічні посилання

Flavonoid kvercetin – moshhnoe oruzhie protiv kompleksa boleznej civilizacii (2013). Prirodnaja medicina. 1(13), 6–9 (in Russian).
 Grande, F., Parisi, O.I., Mordocco, R.A., Rocca, C., Puoci, F., Scrivano, L., Quintieri, A.M., Cantafio, P., Ferla, S., Brancale, A., Saturnino, C., Cerra, M.C., Sinicropi, M.S., Angelone, T. (2016). Quercetin derivatives as novel antihypertensive agents: Synthesis and

physiological characterization. Eur J Pharm Sci. 82, 161–170.
 Khariv, M., Gutyj, B., Butsyak, V., & Khariv, I. (2016). Hematolohichni pokaznyky orhanizmu shchuriv za umov oksydatsiinoho stresu ta za dii liposomalnoho preparatu. Biological Bulletin of Bogdan Chmelnytsky Melitopol State Pedagogical University. 6 (1), 276–289 doi: <http://dx.doi.org/10.15421/201615> (in Ukrainian).
 Kurashvili, V.A. (2001). Novye vozmozhnosti predotvrashhenija oksidativnogo stressa. Zhurnal natural'noj medicyny. 1, 7–14 (in Russian).
 Lavryshyn, Y. Y., Varkholyak, I. S., Martyschuk, T. V., Guta, Z. A., Ivankiv, L. B., Paladischuk, O. R., Murska, S. D., Gutyj, B. V., Gufriy, D. F. (2016). The biological significance of the antioxidant defense system of animals body. Scientific Messenger LNUVMBT named after S. Z. Gzhytskyj, 18(2), 100–111. doi: <http://dx.doi.org/10.15421/nlvvet6622>
 Maeda, Y. (2010). Oxidative stress. Nippon Rinsho. 68(5), 814–818
 Martyschuk, T. V., Gutyj, B. V., & Vishchur, O. I. (2016). Riven produktiv perekysnoho okysnennia lipidiv u krovi shchuriv za umov oksydatsiinoho stresu ta za dii liposomalnoho preparatu «Butaselmavit». Biological Bulletin of Bogdan Chmelnytsky Melitopol State Pedagogical University, 6(2), 22–27 doi: <http://dx.doi.org/10.15421/201631> (in Ukrainian).
 Men'shnikova, E.B., Lankin, V.Z. (2006). Okislitel'nyj stress. Prooksidanty i antioksidanty (in Russian).
 Peshuk, L.V., Havalko, Yu.V., Ivanova, T.M. (2016). Perspektyvy vykorystannia vtorynnoi kvartsetynvmisnoi syrovyny (lushpynnia tsybuli i chasnyku) i likarskykh trav u tekhnolohii spetsialnykh miasnykh produktiv. Naukovi pratsi NUKhT. Kyiv. 22(5), 238–244 (in Ukrainian).

Received 5.09.2017

Received in revised form 17.10.2017

Accepted 20.10.2017