

було адаптовано до умов *in vitro*, що деталізують специфічність екстракції та кількісний розрахунок вмісту цих сполук у рослинних експлантах. Було також розроблено власний метод визначення ксантонів у агаризованому живильному середовищі. Запропонований нами метод значно прискорить процес детекції ксантонів, а також збільшить їх вихід у біотехнологічних процесах отримання фармакологічно цінних вторинних метаболітів фенольної природи.

Ключові слова: ксантони, хроматографія, спектрофотометрія, *in vitro*, рослини, живильне середовище.

А. Ревуцкая, асп., В. Белава канд. биол. наук, А. Голубченко, канд. биол. наук, Н. Таран, д-р биол. наук, проф. УНЦ "Институт биологии и медицины", Киевского национального университета имени Тараса Шевченко, Киев, Украина

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КСАНТОНОВ В РАСТЕНИЯХ И ПИТАТЕЛЬНОЙ СРЕДЕ В УСЛОВИЯХ КУЛЬТИВИРОВАНИЯ *IN VITRO*

В последние годы вторичные метаболиты, особенно ксантоны, получили значительное внимание ученых благодаря своей биологической активности: антиканцерогенным, противовирусным, антибактериальным, антиоксидантным, противовоспалительным и другим свойствам. Потому они используются для профилактики и лечения различных заболеваний: рака, болезней Альцгеймера и Паркинсона, сердечнососудистых заболеваний, диабета и т. д. Экстракты разных видов растений, содержащих ксантоны, входят в состав лекарственных препаратов. С целью подбора наиболее чувствительного и экологически безопасного метода качественного и количественного определения ксантонов в растительном материале и питательной среде были апробированы известные методы и отобран как прототип метод *Yvisochina G. I.* и др., 2011, который использует этанол как экстрактор. В качестве экспериментального материала мы использовали растения разных видов, выращенные в условиях *in vitro* на агаризованной питательной среде, которая также была использована для анализа. Основываясь на проведенных исследованиях, модификации метода определения содержания ксантонов были адаптированы к условиям *in vitro*, которые подробно описывают специфичность экстракции и количественного определения содержания ксантонов в эксплантах растений. Также был разработан наш собственный метод определения этих соединений в питательной среде. Предложенный нами метод значительно ускорит процесс детекции ксантонов, а также увеличит их выход в биотехнологических процессах получения фармакологически ценных вторичных метаболитов фенольной природы.

Ключевые слова: ксантоны, хроматография, спектрофотометрия, *in vitro*, растения, питательная среда.

УДК 577.151.042:616-056.52:615.322

А. Юрченко, асп., Д. Креницька, студ., М. Тимошенко, канд. біол. наук Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ, Україна

СИСТЕМА ГЛУТАТИОНУ КРОВИ ЩУРІВ З ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЮ МОДЕЛЛЮ ОЖИРІННЯ В РАЗІ СПОЖИВАННЯ ЕКСТРАКТУ ЛУШПИННЯ КВАСОЛІ ЗВИЧАЙНОЇ (*PHASEOLUS VULGARIS*)

Досліджено стан глутатіонзалежної ланки антиоксидантної системи крові щурів з експериментальною моделлю ожиріння та на тлі споживання екстракту лушпиння квасолі звичайної *P. vulgaris*. Глутатіонова система є функціональною основою антиоксидантного захисту організму, а порушення її роботи може призвести до низки серйозних цитотоксичних та деструктивних ушкоджень. Складовими елементами цієї системи є власне глутатіон та ферменти, що каталізують реакції його зворотнього перетворення. До них належать глутатіонпероксидаза, глутатіонтрансфераза та глутатіонредуктаза.

Відомо, що водний екстракт лушпиння квасолі звичайної *P. vulgaris* володіє гіпоглікемічними властивостями. Однак комплексні дослідження щодо поліфункціонального впливу цього екстракту за умов ожиріння відсутні. Отримані результати свідчать про зниження загального потенціалу глутатіонової системи у тварин, що перебували на висококалорійній дієті. Виявлено, що в сироватці крові щурів за умов експериментального ожиріння знижується глутатіонпероксидазна активність (GP), а також спостерігається підвищення глутатіонтрансферазної (GT) та глутатіонредуктазної (GR) активностей порівняно з відповідними показниками в контрольних тварин. Показано зниження концентрації відновленого глутатіону (GSH) за споживання висококалорійної дієти (ВКД) порівняно з контролем.

Отримані дані після 6-тижневого споживання екстракту лушпиння квасолі звичайної *P. vulgaris* вказують на позитивний модулюючий вплив цього екстракту на вміст GSH і активність GP, GT та GR у щурів з розвитком ожиріння. Імовірно, споживання цього екстракту приводить до залучення досліджуваних компонентів антиоксидантної системи до реакцій знешкодження токсичних вільнорадикальних сполук, які утворилися на тлі розвитку ожиріння. Подальші дослідження можуть слугувати основою для розробки нових терапевтичних або лікарських препаратів на основі екстракту лушпиння квасолі звичайної *P. vulgaris*, оскільки одностайної думки щодо лікування ожиріння досі не існує.

Ключові слова: ожиріння, екстракт лушпиння квасолі звичайної, висококалорійна дієта, глутатіонова система.

Вступ. Ожиріння є однією з головних проблем XXI століття. На сьогодні поширення цього захворювання сягає значних відсотків у різних країнах світу. Ожиріння – це не тільки надлишкова маса тіла, цей патологічний стан характеризується низкою метаболічних порушень, які призводять до надлишкового накопичення жиру (тригліцеридів) у різних частинах тіла з подальшим розвитком ускладнень. Здебільшого ожиріння є не самостійним захворюванням, а складовою метаболічного синдрому, до якого також належать цукровий діабет 2 типу, артеріальна гіпертензія, гіперліпідемія (атеросклероз), гіперурикемія тощо. Доведено, що у значної кількості осіб ожиріння має аліментарний характер та є наслідком переважання їжі, надмірним вживанням легкозасвоюваних вуглеводів і тваринних жирів, порушенням складу й режиму харчування, зниженням рухової активності [1, 2, 3].

Науковий інтерес все частіше зосереджується на дослідженні властивостей екстрактів рослин через му-

льтифакторний характер їх терапевтичного впливу та менш токсичним впливом на організм на відміну від синтетичних препаратів [4]. Перспективною рослинною сировиною для отримання цукрознижувальних препаратів є квасоля звичайна (*Phaseolus vulgaris*) [5, 6, 7, 8]. Ця рослина є цінною культурою у харчовій промисловості, оскільки боби квасолі є джерелом незамінних амінокислот, зокрема лейцину, треоніну, серину, аспарагінової кислоти, аргініну [9]. За допомогою методу тонкошарової хроматографії було досліджено склад сухого екстракту ступок квасолі за вмістом флавоноїдів. В результаті було ідентифіковано такі фенольні сполуки як рутин, ізокверцитрин і ферулову кислоту [10].

Квасоля звичайна здавна використовується в народній медицині. Споживання екстракту квасолі зменшують потребу в їжі, здійснює гіпоглікемічну та гіполіпідемічну дію. [11, 12] Екстракти квасолі можуть пригнічувати активність ферментів таких як трипсин і амілаза. Ці властивості корисні для лікування та профілактики

цукрового діабету 2 типу, ожиріння та колоректального раку [13, 14, 15]. Існують свідчення, що квасоля виявляє ліпоксигеназну активність через наявність в своєму складі глікозиду соєвого сапоніну V. Відомо, що використання настою лушпиння квасолі призводить до підвищення рівня інсуліну в крові. Також доведено потужні антиоксидантні властивості різних відварів квасолі [16, 17]. Тому актуальними є подальші дослідження *Phaseolus vulgaris* як потенційного засобу для корекції метаболічних порушень за умов ожиріння.

Важливою ланкою в системі компенсаторно-приспосувальних реакцій організму є антиоксидантні механізми захисту [18]. Багато досліджень свідчать про важливу роль вільнорадикальних процесів окислення в патогенезі багатьох хронічних захворювань людини [19]. Причинами активації вільнорадикального окислення в тканинах є зниження надходження в організм екзогенних антиоксидантів аліментарним шляхом поряд з надмірним надходженням жирів і вуглеводів за недостатнього їх витрачання [20]. Функціональну основу системи антиоксидантного захисту формує глутатіонова система. Глутатіонова система відіграє значну роль у пригніченні патологічного процесу, а її виснаження може призводити до виникнення серйозних цитотоксичних і деструктивних ушкоджень [21].

Таким чином, **метою цієї роботи** було дослідити стан глутатіонової системи, а саме оцінити вміст відновленого глутатіону (GSH), активності глутатіонзалежних ензимів: глутатіонтрансферази (GT) і глутатіонпероксидази (GP) та глутатіонредуктази (GR) у сироватці крові щурів як за умов споживання висококалорійної дієти (ВКД), так і під час сумісного споживання цієї дієти з екстрактом лушпиння квасолі звичайної (*Phaseolus vulgaris*).

Матеріали і методи. Досліди виконували на білих нелінійних щурах з початковою масою 130–145 г, з дотриманням положень Європейської конвенції про захист хребетних тварин, які використовуються для дослідних та інших наукових цілей.

Протягом першого тижня всі щури отримували стандартну їжу та воду *ad libitum*. На 8-й день тварин рандомізовано були розділені на 3 групи. Тварини першої групи ("Контроль") протягом 10 тижнів отримували стандартну їжу та воду. Тварини другої групи ("ВКД") протягом 10 тижнів перебували на висококалорійній дієті, яка складалась зі стандартної їжі (60 %), свинячого жиру (10 %), курячих яєць (10 %), сахарози (9 %), арахісу (5 %), сухого молока (5 %) та рослинної олії (1 %) та

отримували воду [22]. Тварини третьої групи ("ВКД+Екстракт") протягом 10 тижнів перебували на висококалорійній дієті та отримували воду. Через 4 тижні після початку експерименту тварини почали отримувати екстракт стручків квасолі. Водний розчин сухого екстракту лушпиння *P. vulgaris* давали пити тваринам з розрахунку 200 мг/кг.

У всіх досліджуваних групах щурів масу тіла реєстрували 1 раз на тиждень, споживання корму та води реєстрували щоденно. Індекс маси тіла (ІМТ) (відношення маси тіла (г) щурів до квадрату довжини тіла (см²)) було розраховано наприкінці експерименту.

Результати та їх обговорення. Відомо, що засоби лікування ожиріння на сьогодні відсутні, тому дедалі більшого інтересу набуває вивчення можливих терапевтичних засобів. Водночас з контролем калорійності споживаної їжі та різноманітними фізичними навантаженнями, перспективним може бути споживання певних речовин, які запобігають розвитку ожиріння. Пошук нових терапевтичних агентів серед рослинної сировини є перспективним на сьогоднішній день. Особлива увага приділяється вмісту у сировині антиоксидантів. Саме вони здатні попереджати вільнорадикальне окиснення біологічних структур організму, таким чином, запобігаючи розвитку патологічних змін.

Кооперативна робота ферментів антиоксидантної системи є важливим чинником, від якого залежить концентрація вільних радикалів у крові та тканинах організму. Важливою ланкою антиоксидантного захисту є глутатіонова система, яка здійснює захист тканин від дії активних форм кисню [23, 24]. Основними складовими елементами її є власне глутатіон та ензими, що каталізують реакції його зворотного перетворення. GSH-головний модулятор ферментативної редокс-системи глутатіону, а також активності глутатіонзалежних ензимів. До них належать GT, GP та GR. Ці ензими забезпечують детоксикацію перекисів та інактивацію вільних радикалів, завдяки чому захищають організм від окисного пошкодження, що відбувається і в разі ожиріння. Глутатіон бере безпосередню участь багатьох процесах життєдіяльності клітини, а порушення його гомеостазу може свідчити про розвиток патологічних змін на фоні розвитку ожиріння [21].

Таким чином, першим етапом нашого дослідження було визначення вмісту відновленого глутатіону в сироватці крові дослідних груп щурів (рис. 1).

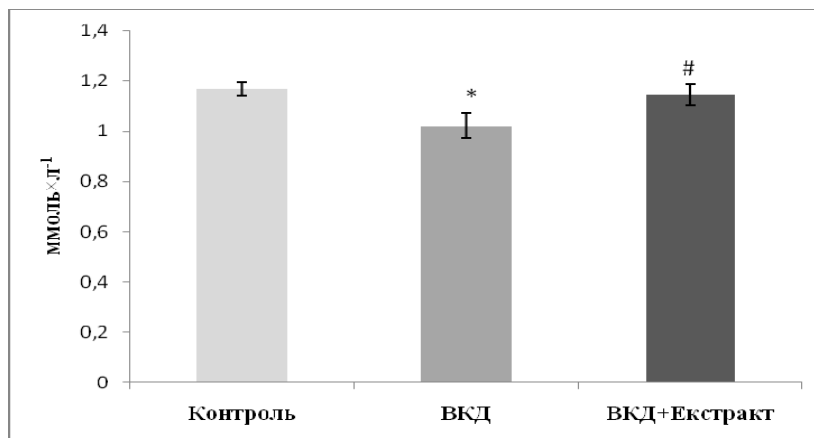


Рис. 1. Концентрація відновленого глутатіону в сироватці крові щурів дослідних груп: "Контроль", "ВКД" та "ВКД+Екстракт" ($M \pm n$, $n = 10$)

* – $p < 0,05$ різниці щодо контролю;

– $p < 0,05$ різниці щодо групи "ВКД"

10-тижневе споживання висококалорійної дієти призвело до зниження цього показника на 15 % стосовно контролю. Виявлені зміни, імовірно, свідчать про використання глутатіону в реакціях знешкодження токсичних вільнорадикальних сполук, які утворилися на фоні розвитку ожиріння. Після 6-ти тижнів сумісного споживання висококалорійного корму з екстрактом лушпиння квасолі *P. vulgaris*, спостерігали підвищення вмісту GSH у сироватці крові щурів до значень, близьких до контрольних (рис. 1).

З літератури відомо також, що низька концентрація глутатіону в еритроцитах призводить до активації перекисного окиснення ліпідів. Це визначено за деяких форм гемолітичних анемій [25–27].

Наступним етапом нашого дослідження було визначити активність глутатіонпероксидази – одного з ключових ензимів антиоксидантної системи (рис. 2). Основною його функцією є руйнування та інактивація перекису водню і пероксидних радикалів (токсичних сполук кисню).

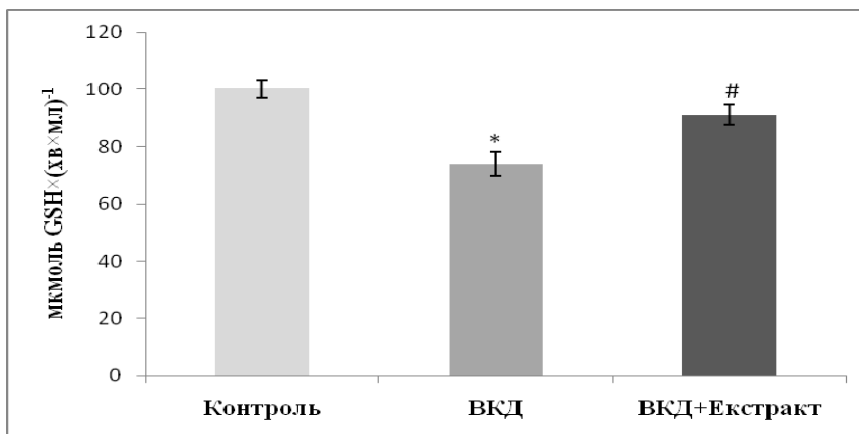


Рис. 2. Глутатіонпероксидазна активність у сироватці крові щурів дослідних груп: "Контроль", "ВКД" та "ВКД+Екстракт" ($M \pm n$, $n = 10$)

* – $p < 0,05$ різниці щодо контролю;

– $p < 0,05$ різниці щодо групи "ВКД"

На рис. 2 показано зменшення активності GP у групі тварин, що перебували на більш висококалорійній дієті щодо значень контрольної групи тварин на 27 %. Пригнічення ферментативної активності GP корелює зі зниженням вмісту внутрішньоклітинного GSH, або може бути пов'язане з накопиченням продуктів ліпопероксидації. Споживання екстракту лушпиння квасолі *P. vulgaris* призводило до підвищення рівня ферментативної активності GP порівняно зі значеннями групи тварин, що перебували на висококалорійній дієті на

23 %. Це свідчить про певний модулюючий вплив на активність GP в сироватці крові дослідних тварин (рис. 2).

Також було досліджено ферментативну активність глутатіонтрансферази (ензиму, що нейтралізують токсичний вплив різних гідрофобних і електрофільних сполук шляхом їх кон'югації з відновленим глутатіоном). На рис. 3 показано підвищення рівня цього ферменту у групі тварин, що споживали висококалорійну їжу на 23 % порівняно з контролем, на відміну від значень активності GP.

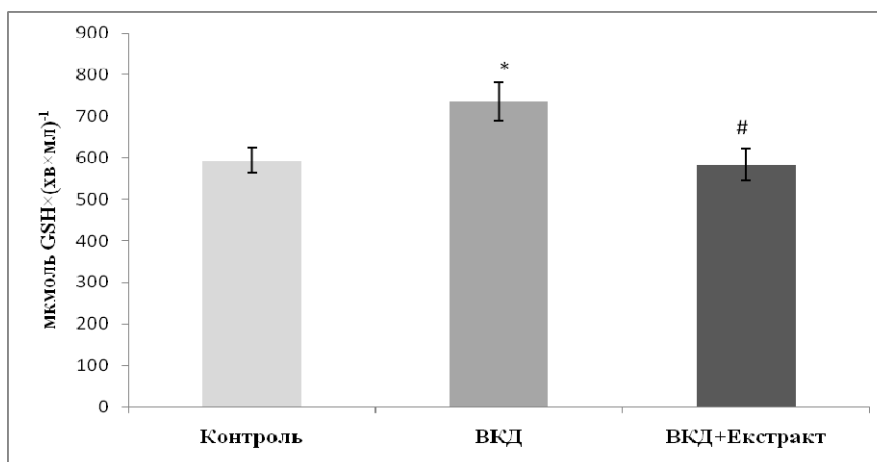


Рис. 3. Глутатіонтрансферазна активність у сироватці крові щурів дослідних груп: "Контроль", "ВКД" та "ВКД+Екстракт" ($M \pm n$, $n = 10$)

* – $p < 0,05$ різниці щодо контролю;

– $p < 0,05$ різниці щодо групи "ВКД"

Підвищення активації цього показника можна розглядати як компенсаторну реакцію в разі зниження активності

GP за однакових умов. Активність GT у щурів, які споживали екстракту лушпиння квасолі *P. vulgaris* зменшувалася

лась по відношенню до групи тварин "ВКД" і досягала рівня близького до значень контрольної групи тварин.

У щурів, які протягом шести тижнів були на сумісному споживанні висококалорійного корму та екстракту лушпиння квасолі *P. vulgaris*, зареєстровано підвищення

ферментативної активності GR на 42 % порівняно зі щурами групи ВКД (рис. 4), тоді як активність GR у групі тварин, що споживали висококалорійну їжу, зменшувалась порівняно з контролем на 31 %.

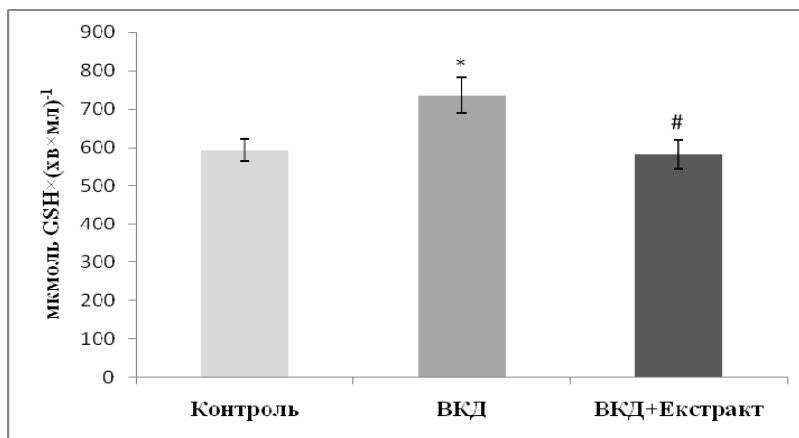


Рис. 4. Глутатіонредуктазна активність у сироватці крові щурів дослідних груп: "Контроль", "ВКД" та "ВКД+Екстракт" ($M \pm n$, $n = 10$)

* – $p < 0,05$ різниці щодо контролю;

– $p < 0,05$ різниці щодо групи "ВКД"

Тобто спостерігається певний модулюючий вплив екстракту лушпиння квасолі *P. vulgaris* на ферментативну активність GR в сироватці крові за розвитку ожиріння у щурів.

Беручи до уваги той факт, що до складу сухого екстракту стулок квасолі звичайної входять фенольні сполуки [10], можна говорити про їх антиоксидантну дію за розвитку ожиріння. Антиоксидантна властивість обумовлена нейтралізацією вільних радикалів ($-OH$ та $-O_2$)-активних форм кисню. В літературі широко описані антиоксидантні властивості рутину і кверцетину [28, 29]. Рутин знищує продукти пероксидації в клітині. Крім того, його високий антиоксидантний потенціал обумовлений здатністю підвищувати активність ферментів власного антиоксидантного захисту організму. Також досить багато лікувальних ефектів рослинних поліфенолів пов'язують з їх антирадикальними і метал-хелатуючими властивостями.

Таким чином, споживання екстракту лушпиння квасолі *P. vulgaris* ймовірно призводить до залучення досліджуваних компонентів антиоксидантної системи до реакцій знешкодження токсичних вільнорадикальних сполук, які утворилися на фоні розвитку ожиріння. Однак механізм дії екстракту лушпиння квасолі звичайної на розвиток ожиріння залишається досі недостатньо вивченим. Отже, необхідними залишаються більш поглиблені дослідження властивостей цього екстракту.

Висновок. Отже, отримані результати вказують на відновлення глутатіон-залежної ферментативної ланки антиоксидантного захисту у щурів з ожирінням за умов споживання екстракту лушпиння *P. vulgaris*. На підставі отриманих результатів можна зробити висновок, що за умов довготривалого споживання водного екстракту лушпиння *P. vulgaris* поліпшуються показники прооксидантно-антиоксидантного статусу у щурів з моделлю ожиріння.

Список використаних джерел:

1. Бутрова С. А. Метаболический синдром: патогенез, клиника, диагностика, подходы к лечению / С. А. Бутрова // РМЖ – 2001. – Т. 2, № 9. – С. 56–60.
2. Phelan S. Combining behavioral and pharmacological treatments for obesity / S. Phelan, T. A. Wadden // *Obes. Res.* – 2002. – Vol. 10. – P. 560–574

3. Анциферов М. Б. Ожирение. Метаболический синдром. Сахарный диабет 2 типа / М. Б. Анциферов; под ред. акад. РАМН И. И. Дедова. – М., 2000. – С. 53–61.

4. Khan V. N. Pharmacological appraisal of medicinal plants with anti-diabetic potential / V. N. Khan, A. K. Najmi, M. Akhtar // *J. Pharm. Bioallied. Sci.* – 2012. – Vol. 4, № 1. – P. 27–42.

5. Ngoh Y. Y. Enzyme-assisted extraction and identification of antioxidative and α -amylase inhibitory peptides from Pinto beans (*Phaseolus vulgaris* cv. Pinto) / Y. Y. Ngoh, C. Y. Gan // *Food Chem.* – 2016. – Vol. 190. – P. 331–337.

6. Comparison of the α -amylase inhibitor-1 from common bean (*Phaseolus vulgaris*) varieties and transgenic expression in other legumes: post-translational modifications and immunogenicity / P. M. Campbell, D. Reiner, A. E. Moore et al. // *Agric. Food. Chem.* – 2011. – Vol. 59, № 11. – P. 6047–6054.

7. Effect of antidiabetic herbal preparation on serum glucose and fructosamine in NOD mice / R. Petkevski, M. Hadzija, M. Slijepcevic, D. Juretic // *Ethnopharmacol.* – 2001. – Vol. 75, № 2–3. – P. 181–184.

8. In vivo action of α -amylase inhibitor from cranberry bean (*Phaseolus vulgaris*) in rat small intestine / M. Kotaru, K. Iwami, H. Y. Yeh, F. Ibuki // *J. Nutr. Sci. Vitaminol. (Tokyo)*. – 1989. – Vol. 35, № 6. – P. 579–88.

9. Khaleeva L. D. Comparative evaluation of the hypoglycemic activity of the vegetal complex of *Phaseolus vulgaris* and chlorpropamide in experimental diabetes / L. D. Khaleeva, L. N. Maloshtan, A. G. Sytnik // *Probl. Endokrinol. (Mosk)*. – 1987. – Vol. 33, № 2. – P. 69–71.

10. Вронська Л. В. Стандартизація сухого екстракту стулок квасолі за вмістом флавоноїдів / Л. В. Вронська // *Медична та клінічна хімія*. – 2018. – Т. 20. – № 1. – С. 123–129.

11. Appetite Control and Glycaemia Reduction in Overweight Subjects treated with a Combination of Two Highly Standardized Extracts from *Phaseolus vulgaris* and *Cynara scolymus* / M. Rondanelli, A. Giacosa, F. Orsini et al. // *Phytother. Res.* – 2011. – Sep. 25(9). – P. 1275–1282.

12. *Phaseolus vulgaris* extract affects glycometabolic and appetite control in healthy human subjects / A. Spadafranca, S. Rinelli, A. Riva // *Br. J. Nutr.* – 2012. – P. 1–7.

13. Barrett M. L. A proprietary α -amylase inhibitor from white bean (*Phaseolus vulgaris*): a review of clinical studies on weight loss and glycaemic control / M. L. Barrett, J. K. Udani // *Nutr. J.* – 2011. – Mar. 17, 10, 24.

14. Helmstädter A. Antidiabetic drugs used in Europe prior to the discovery of insulin / A. Helmstädter // *Pharmazie*. – 2007. – Sep. 62(9). – P. 717–720.

15. Hutchins A. M. *Phaseolus* beans: impact on glycaemic response and chronic disease risk in human subjects / A. M. Hutchins, D. M. Winham, S. V. Thompson // *Br. J. Nutr.* – 2012. – Aug. – 108 Suppl 1. – P. 52–65.

16. Obiro W. C. The nutraceutical role of the *Phaseolus vulgaris* α -amylase inhibitor / W. C. Obiro, T. Zhang, B. Jiang // *Br. J. Nutr.* – 2008. – Jul. 100(1). – P. 1–12.

17. Oomah B. D. Antioxidant and Antiinflammatory Activities of Bean (*Phaseolus vulgaris* L.) Hulls / B. D. Oomah, A. Corb , P. Balasubramanian // *J. Agric. Food. Chem.* – 2010. – Jul. 28. 58(14). – P. 8225–8230.

18. Балаболкин М. И. Свободно-радикальное окисление и антиоксидантная защита при сахарном диабете / М. И. Балаболкин, Е. М. Клебанова; под ред. И. И. Дедова. – 2003. – С. 40.

19. Антиоксидантная активность сыворотки крови / Г. И. Клебанов, Ю. О. Теселкин, И. В. Бабенкова и др. // Вестн. РАМН. – 1999. – № 2. – С. 15–21.
 20. Бобырева Л. Е. Пробл. Эндокринологии / Л. Е. Бобырева // 1996. – Т. 42, № 6. – С. 14–20.
 21. Kalinina E. V. Role of glutathione, glutathione transferase, and glutaredoxin in regulation of redox-dependent processes / E. V. Kalinina, N. N. Chernov, M. D. Novichkova // Biochemistry. – 2014. – 79(13) – P. 1562–1583.
 22. Lissner L. Dietary fat and obesity: evidence from epidemiology / L. Lissner, B. L. Heitmann // European Journal of Clinical Nutrition. – 1995. – № 49. – P. 79–90.
 23. Genestra Marcelo. Oxyl radicals, redox-sensitive signalling cascades and antioxidants / Marcelo Genestra // Cellular Signalling. – 2007. – T. 19. – P. 1807–1819.
 24. Satish Balasaheb Nimse. Free radicals, natural antioxidants, and their reaction mechanisms / Satish Balasaheb Nimse, Dilipkumar Palb. // RSC Advances. – 2015. – T. 35. – P. 27986–28006.
 25. Беленічев І. Ф. Антиоксидантна система захисту організму (огляд) / І. Ф. Беленічев, Д. Л. Левитський, С. І. Коваленко // Сучасні проблеми токсикології. – 2002. – Т. 3. – С. 29–31.
 26. Василів О. Вплив сполук феруму мангану на вміст глутатіону у клітинах сірководновідновлювальних бактерій *Desulfuromonas acetoxidans* / О. Василів, С. Гнатуш // Біологічні студії. – 2011. – Т. 5(1). – С. 5–10.
 27. Акимішин М. М. Активність ензимів антиоксидантного захисту в рпродуктивних органах корів за норма та патології / М. М. Акимішин, Н. В. Кузьміна, Р. Г. Сачко // Наук. вісн. ЛНУВМБТ ім. С. З. Гжицького. – 2014. – Т. 2(59). – С. 3–9.
 28. Хайруллина В. Р. Экспериментальное и теоретическое исследование антирадикальной активности природных полифенолов : дис. ... канд. хим. наук : 02.00.04 / В. Р. Хайруллина. – Уфа, 2005. – 180 с.
 29. Chen C. K. Vasorelaxing activity of resveratrol and quercetin in isolated rat aorta / C. K. Chen, C. R. Pace-Asciak // General Pharmacol. – 1996. – № 2. – P. 363–366.
- References:**
1. Бутрова С. А. Метаболический синдром: патогенез, клиника, диагностика, подходы к лечению. Бутрова С. А. ПМЖ. 2001; 2, №9: 56-60. Українська.
 2. Phelan S. Combining behavioral and pharmacological treatments for obesity. Phelan S., Wadden T.A. Obes. Res. 2002; 10: 560–574. English.
 3. Анциферов М.Б. Ожирение. Метаболический синдром. Сахарный диабет 2 типа. Анциферов М.Б. Под ред. акад. РАМН И.И. Дедова. 2000; 53–61. Русский.
 4. Khan V.N. Pharmacological appraisal of medicinal plants with anti-diabetic potential. V.N. Khan, A.K. Najmi, M. Akhtar. J. Pharm. Bioallied. Sci. 2012; 4, №1: 27–42. English.
 5. Ngoh Y.Y. Enzyme-assisted extraction and identification of antioxidant and α -amylase inhibitory peptides from Pinto beans (*Phaseolus vulgaris* cv. Pinto). Y.Y. Ngoh, C.Y. Gan. Food Chem. 2016; 190: 331-337. English.
 6. Campbell P.M. Comparison of the α -amylase inhibitor-1 from common bean (*Phaseolus vulgaris*) varieties and transgenic expression in other legumes-post-translational modifications and immunogenicity. P.M. Campbell, D. Reiner, A.E. Moore [et al.]. Agric. Food. Chem. 2011; 59, № 11: 6047-6054. English.
 7. Petlevski R. Effect of 'antidiabetic' herbal preparation on serum glucose and fructosamine in NOD mice. R. Petlevski, M. Hadzija, M. Slijepcevic, D. Juretic. Ethnopharmacol. 2001; 75, № 2-3: 181-184. English.
 8. Kotaru M., Iwami K., Yeh H.Y., Ibuki F. In vivo action of α -amylase inhibitor from cranberry bean (*Phaseolus vulgaris*) in rat small intestine. M. Kotaru, K. Iwami, H.Y. Yeh, F. Ibuki. J Nutr Sci Vitaminol (Tokyo). 1989; 35, № 6: 579-88. English.
 9. Khaleeva L.D. Comparative evaluation of the hypoglycemic activity of the vegetal complex of *Phaseolus vulgaris* and chlorpropamide in experimental diabetes. L.D. Khaleeva, L.N. Maloshtan, A.G. Sytnik. Probl. Endokrinol. (Mosk). 1987; 33, № 2: 69-71. English.
 10. Л. В. Вронська. Стандартизація сухого екстракту стулок квасолі за вмістом флавоноїдів. Л. В. Вронська. Медична та клінічна хімія. 2018; 20. № 1: 23-129. Українська.
 11. Rondanelli M. Appetite Control and Glycaemia Reduction in Overweight Subjects treated with a Combination of Two Highly Standardized Extracts from *Phaseolus vulgaris* and *Cynara scolymus*. Rondanelli M., Giacosa A., Orsini F., Opizzi A., Villani S. Phytother. Res. 2011; 25(9): 1275-1282. English.
 12. Spadafranca A. Phaseolus vulgaris extract affects glycometabolic and appetite control in healthy human subjects. Spadafranca A., Rinelli S., Riva A., Morazzoni P., Magni P., Bertoli S., Battezzati A. Br. J. Nutr. 2012. 1-7. English.
 13. Barrett M.L. A proprietary α -amylase inhibitor from white bean (*Phaseolus vulgaris*): a review of clinical studies on weight loss and glycaemic control. Barrett M.L., Udani J.K. Nutr. J. 2011. 17, 10, 24. English.
 14. Helmstädter A. Antidiabetic drugs used in Europe prior to the discovery of insulin. Helmstädter A. Pharmazie. 2007; 62(9): 717-720. English.
 15. Hutchins A.M. Phaseolus beans: impact on glycaemic response and chronic disease risk in human subjects. Hutchins A.M., Winham D.M., Thompson S.V. Br. J. Nutr. 2012; 108 (1): 52-65. English.
 16. Obiro W.C. The nutraceutical role of the *Phaseolus vulgaris* α -amylase inhibitor. Obiro W.C., Zhang T., Jiang B. Br. J. Nutr. 2008; 100(1): 1-12. English.
 17. Oomah B.D. Antioxidant and Antiinflammatory Activities of Bean (*Phaseolus vulgaris* L.). Oomah B.D., Corb   A., Balasubramanian P. J. Agric. Food. Chem. 2010; 58(14): 8225-8230. English.
 18. Балаболкин М.И. Свободно-радикальное окисление и антиоксидантная защита при сахарном диабете. Балаболкин М.И., Клебанова Е.М. Под ред. И.И. Дедова. 2003. 40. Русский.
 19. Клебанов Г.И. Антиоксидантная активность сыворотки крови. Вестн. РАМН. 1999; 2: 15-21. Русский.
 20. Бобырева Л.Е. Пробл. Эндокринологии. Бобырева Л.Е. 1996; 42 (6): 14 – 20. Русский.
 21. Kalinina E.V. Role of glutathione, glutathione transferase, and glutaredoxin in regulation of redox-dependent processes. Kalinina E.V., Chernov N.N., Novichkova M.D. Biochemistry. 2014; 79(13): 1562-83. English.
 22. Lissner L. Dietary fat and obesity: evidence from epidemiology. Lissner L., Heitmann B.L. European Journal of Clinical Nutrition. 1995; 49: 79-90. English.
 23. Marcelo Genestra. Oxyl radicals, redox-sensitive signalling cascades and antioxidants. Marcelo Genestra Cellular Signalling. 2007; 19: 1807–1819. English.
 24. Satish Balasaheb Nimse. Free radicals, natural antioxidants, and their reaction mechanisms. Satish Balasaheb Nimse., Dilipkumar Palb. RSC Advances. 2015; 35: 27986–28006. English.
 25. Беленічев І. Ф. Антиоксидантна система захисту організму (огляд). Беленічев І. Ф., Левитський Д. Л., Коваленко С. І. Сучасні проблеми токсикології. 2002; 3: 29– 31. Українська.
 26. Василів О. Вплив сполук феруму мангану на вміст глутатіону у клітинах сірководновідновлювальних бактерій *Desulfuromonas acetoxidans*. Василів О., Гнатуш С. Біологічні студії. 2011; 5(1): 5–10. Українська.
 27. Акимішин М. М. Активність ензимів антиоксидантного захисту в рпродуктивних органах корів за норма та патології. Акимішин М. М., Кузьміна Н. В., Сачко Р. Г. Наук. вісник ЛНУВМБТ ім. С.З. Гжицького. 2014; 2(59): 3–9. Українська.
 28. Хайруллина В. Р. Экспериментальное и теоретическое исследование антирадикальной активности природных полифенолов. Хайруллина В. Р. Дис. ... канд. хим. наук: 02.00.04: Уфа. 2005; 180 с. Русский.
 29. Chen C. K. Vasorelaxing activity of resveratrol and quercetin in isolated rat aorta. Chen C. K., Pace-Asciak C. R. General Pharmacol. 1996; N 2: 363–366. English.

Надійшла до редколегії 03.09.2018

Отримано виправлений варіант 04.10.2018

Підписано до друку 03.10.2018

Received in the editorial 03.10.2018

Received a revised version on 04.10.2018

Signed in the press on 04.10.2018

А. Юрченко, асп., Д. Креницькая, студ., М. Тимошенко, канд. биол. наук
Киевский национальный университет имени Тараса Шевченко, Киев, Украина

СИСТЕМА ГЛУТАТИОНА КРОВИ КРЫС С ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ МОДЕЛЬЮ ОЖИРЕНИЯ ПРИ ПОТРЕБЛЕНИИ ЭКСТРАКТА СТВОРОК ФАСОЛИ ОБЫКНОВЕННОЙ (PHASEOLUS VULGARIS)

Исследовано состояние глутатионзависимого звена антиоксидантной системы крови крыс с экспериментальной моделью ожирения и на фоне потребления экстракта створок фасоли обыкновенной *P. vulgaris*. Глутатионовая система является функциональной основой антиоксидантной защиты организма, а нарушение ее работы может привести к ряду серьезных цитотоксических и деструктивных повреждений. Составными элементами этой системы являются собственно глутатион и ферменты, которые катализируют реакции его обратного преобразования. К ним относятся глутатионпероксидаза, глутатионтрансфераза и глутатионредуктаза.

Известно, что водный экстракт шелухи фасоли обыкновенной *P. vulgaris* обладает гипогликемическими свойствами. Однако комплексные исследования полифункционального действия данного экстракта в условиях ожирения отсутствуют. Полученные результаты свидетельствуют о снижении общего потенциала глутатионовой системы у животных, находящихся на высококалорийной диете. Установлено, что в сыворотке крови крыс в условиях экспериментального ожирения снижается глутатионпероксидазная активность (GP), а также наблюдается повышение глутатионтрансферазной (GT) и глутатионредуктазной (GR) активностей по