

УДК: 615.324**НЕЙРОПРОТЕКТИВНЫЕ СВОЙСТВА СОЛОДКИ****КАРОМАТОВ ИНОМЖОН ДЖУРАЕВИЧ***руководитель медицинского центра «Магия здоровья».**Город Бухара. Республики Узбекистан***ORCID ID 0000-0002-2162-9823****ЮСУПОВА ГАВХАР САЛИХЖАНОВНА***преподаватель Бухарского государственного медицинского колледжа. Город Бухара. Республики Узбекистан***ORCID ID 0000-0002-2472-8085****АННОТАЦИЯ**

В современной медицине солодовый корень применяется очень широко. Научные исследования солодки выявили его противовоспалительные, противовирусные, антибактериальные, антиоксидантные, антидиабетические, антиастматические, противоопухолевые, иммуномодуляторные, гастропротективные, гепатопротективные, нейропротективные, кардиопротективные свойства. Особо перспективны нейропротективные свойства экстрактов солодки. Ликвиритин, ликвиритигенин, глицирризин солодки обладают выраженными нейропротективными свойствами. Нейропротективными свойствами обладают также ликопиранокумарин, изоликвиритигенин и глицирурол корня солодки. Экспериментальные исследования показали, что эти вещества защищают клетки черного ядра от разрушения, под воздействием химических агентов, предупреждают возникновение болезни Паркинсона. Глабридин защищает нервные клетки от повреждения при ишемии. Спиртовой экстракт корней солодки голой предупреждает возникновение эпилептических приступов. Флавоноиды солодки предупреждают поражение нервной ткани при эпилептическом приступе. Экспериментальные исследования

показали, что глабридин может оказывать успокаивающее и снотворное воздействие путем воздействия на GABAA рецепторы нервной ткани. Флавоноиды солодки обладают выраженными антидепрессивными свойствами.

Ключевые слова: солодка, *Glycyrrhiza glabra* L., *Glycyrrhiza uralensis*, нейропротективные свойства солодки, болезнь Паркинсона, противосудорожные свойства солодки, фитотерапия.

NEUROPROTECTIVE PROPERTIES OF THE GLYCYRRHIZA

KAROMATOV INOMZHON DZHURAYEVICH

head of the medical center "Health Magic".

City of Bukhara of the Republic of Uzbekistan

ORCID ID 0000-0002-2162-9823

YUSUPOVA GAVHAR SALIKHZHANOVNA

teacher of the Bukhara state medical college.

City of Bukhara of the Republic of Uzbekistan

ORCID ID 0000-0002-2472-8085

ABSTRACT

In modern medicine the glycyrrhiza root is applied very widely. Scientific research of a glycyrrhiza has revealed its anti-inflammatory, anti-virus, antibacterial, antioxidant, anti-diabetic, anti-asthmatic, antineoplastic, immunomodulator, gastroprotective, hepatoprotective, neuroprotective, cardioprotective properties. Neuroprotective properties of extracts of a glycyrrhiza are especially perspective. The glycyrrhiza has also neurotyre-tread properties. Likviritin, likviritogenin, glycyrrhizin of a glycyrrhiza have the expressed neuroprotective properties. Have neuroprotective properties also isolikviritogenin, and glycyrurol a glycyrrhiza root. Pilot studies have shown that these substances protect cages of a black kernel from destruction, under the influence of chemical

agents, prevent developing of a disease of Parkinson. Glabridin protects nervous cages from damage at ischemia. Extract of roots of a glycyrrhiza naked prevents emergence of epileptic attacks. Flavonoids of a glycyrrhiza prevent defeat of nervous tissue at an epileptic attack. Pilot studies have shown what глабридин can make the calming and somnolent impact by impact on GABAA receptors of nervous tissue. Flavonoids of a glycyrrhiza have the expressed anti-depressive properties.

Keywords: glycyrrhiza, Glycyrrhiza glabra L., Glycyrrhiza uralensis, neuroprotective properties of a glycyrrhiza, Parkinson's disease antiepileptic properties of a glycyrrhiza, phytotherapy.

ЧУЧУКМИЯНИНГ НЕЙРОПРОТЕКТИВ ХУСУСИЯТЛАРИ

КАРОМАТОВ ИНОМЖОН ДЖУРАЕВИЧ

«Магия здоровья» тиббий марказ бошлиғи.

Бухоро ш., Ўзбекистон Республикаси

ORCID ID 0000-0002-2162-9823

ЮСУПОВА ГАВХАР САЛИХЖАНОВНА

Бухоро тиббий колледж ўқитувчиси.

Бухоро ш., Ўзбекистон Республикаси

ORCID ID 0000-0002-2472-8085

АННОТАЦИЯ

Илмий тиббиётда чучукмия илдизи жуда кенг ишлатилади. Илмий текширишлар унинг яллиғланишга қарши, антивирус, антибактериал, антиоксидант, антидиабетик, антиастматик, ўсмаларга қарши, иммуномодулятор, гастропротектив, гепатопротектив, нейропротектив, кардиопротектив хусусиятларини аниқлаган. Унинг нейропротектив хусусиятлари сабоқлидир. Чучукмиянинг ликвиритин, ликвиритигенин, глицирризин моддалари кучли нейропротектив хусусиятларга эга. Бундай хусусиятлар чучукмиянинг ликопиранокумарин, изоликвиритигенин ва глици-

рурол моддаларида ҳам аниқланган. Экспериментал текширишлар кўрсатишича, бу моддалар бош миянинг қора ядросини химик ва физик агентлар таъсирида зараланишининг олдини олади, Паркинсон касаллиги келиб чиқишини олдини оладилар. Глабридин нерв хужайраларини ишемия таъсирида зарарланишини олдини олади. Чучукмиянинг илдизининг спиртли экстрактлари эпилептик тутқаноқнинг олдини олади. Чучукмия флавоноидлари эпилептик тутканок вақтида нерв тўқимасининг зарарланишидан асрайди. Экспериментал текширишлар кўрсатишича глабридин GABAА рецепторларига таъсир курсатиб тинчлантирувчи ва уйқуни келтирувчи таъсирлари ҳам аниқланган.

Калит сўзлар: чучукмия, *Glycyrrhiza glabra* L., *Glycyrrhiza uralensis*, чучукумиянинг нейротропик хусусиятлари, Паркинсон касаллиги, чучукмиянинг эпилепсияга қарши хусусиятлари, фитотерапия.

Glycyrrhiza glabra* L., *Glycyrrhiza uralensis Распространенное и знаменитое лекарственное растение. Солодка весьма распространена в Центральной Азии. В диком виде солодка встречается повсеместно - у горных рек, арыков. Очень распространена она на территории Бухарской области Узбекистана. Она там встречается не только за чертой города, но и рядом с многоэтажками. Этот многолетний кустарник приспособили как живую изгородь. Специально солодку выращивают в колхозах на территории Туркмении и Каракалпакии. Солодку в медицинских целях используют с глубокой древности. Она популярна и в современной народной и научной медицине. Она имеет также и промышленное значение. Из составных частей солодки готовят специальные пенящие вещества, входящие в состав огнетушителей. Она также входит в состав нейтрализующих веществ в

алюминиевой промышленности. Столь популярные во всем мире напитки «Кока-кола» и «Пепси-кола» включают в свой состав солодковый корень. Во время войны, солодковый корень применяли как заменитель сахара при изготовлении леденцов.

Химический состав растения: Основное действующее вещество солодки – глицирризин в наибольшем количестве (до 23%) содержится в корнях растения. Солодка, произрастающая в Узбекистане, содержит глицирризин до 6,1% сухого веса – [18]. Определены также флавоноиды глиционид А и В – [29], глюкоза (до 15,2%), сахароза (до 11%), крахмал, смолистые вещества, камеди. В солодковом корне много фенольных соединений - глициридины А-К, органических кислот – салициловой, синаповой, феруловой, кофейная и других – [1; 30]. Корни уральской солодки содержат фенольные соединения – ликвиритин апиозид, ликвиритин, изоликвиритина пиозид, ликвиритогенин, изоликвиритогенин – [47]. Определены также кумарины, эпимеры дигидрокумаринов ((3R,4S)-4,8-дигидрокси-3-метил-1-оксоизохроман-5-ил)метил ацетат, ((3R,4R)-4,8-дигидрокси-3-метил-1-оксоизохроман-5-ил)метил ацетат, дигидроксиизокумарин (3R,4R)-4,8-дигидрокси-3,5-диметилизохроман-1-он – [50], алкалоиды, дубильные вещества, стероиды, эстрадиол, витамины С, В. Также определены монокислотные сапонины - 30-гидроксиглицирризин, глицирризин-20-метаноат, 24-гидроксиглюкоглицирризин, раоглицирризин, 11-доексораоглицирризин, раоглюкоглицирризин, раогалактоглицирризин, 11-доксо-20 α -глицирризин, 20 α -галактоуронойлглицирризин, и 20 α – раоглицирризин – [37], олеанан типа тритерпены ликорай-сапонин М3, N4, O4 – [42]. В корнях *Glycyrrhiza uralensis* определены олеана-типа тритерпеноидные сапоны уралсапонины М-У - [39].

Корни солодки концентрируют соли К, Са, Fe, Si, Sn – [3].

Листья уральской солодки содержат пренилатный дигидростилбен - α, α' -дигидро-3,5,3',4'-тетрагидрокси-2,5'-дипренил-стилбен; а метилированный флаваноид - кверцетин-3-метил этер; 5 пернилатные флаваноиды - 5'-пренилкверцетин, 8-[(E)-3-гидрокси-метил-2-бутенил]эриодиктиол, 6-пренилэриодиктиол, 5'- пренил--эриодиктиол, 6-пренилкверцетин-3-метил этер – [46]. Больше всех флаваноидов содержится в листьях солодки – [11].

В современной медицине солодковый корень применяется очень широко. Научные исследования солодки выявили его противовоспалительные, противовирусные, антибактериальные, антиоксидантные, антидиабетические, антиастматические, противоопухолевые, иммуномодуляторные, гастропротективные, гепатопротективные, нейропротективные, кардиопротективные свойства – [2; 41; 23; 20; 45].

Экспериментальные исследования показали, что водные экстракты корня солодки обладают свойством стимулировать рост дендритов нервных клеток – [6].

Солодка обладает и нейропротекторными свойствами – [14]. Ликвиритин, ликвиритигенин, глицирризин солодки обладают выраженными нейропротективными свойствами – [33; 44; 35; 27]. В патогенезе большинства нейродегенеративных заболеваний большую роль играет гипеактивация микроглии. Дегидроглюасперин С (DGC) корня солодки ингибирует процесс гиперактивации микроглии под воздействием химических веществ, оказывая антинейродегенеративное воздействие – [24]. Нейропротективными свойствами обладают также ликопиранокумарин, изоликвиритигенин и глицирурол корня солодки. Экспериментальные исследования показали, что эти вещества защищают клетки черного ядра от разрушения, под воздействием химических агентов, предупреждают возникновение болезни Паркинсона – [21; 13]. Экстракты корней

солодки ингибируют фермент моноаминоксидазу В (МАО В) – [34]. Глабридин, ликвиритигенин, глицирризиновая кислота защищают от ухудшения познавательных процессов и памяти, возникающие воздействием химических агентов и β амилоида – [32; 16; 26]. Это открывает перспективы их использования при лечении болезни Альцгеймера – [9; 28]. Экспериментальные исследования показали, что прием экстрактов корней солодки улучшает память познавательные функции у мышей – [5]. Ликвиритин и изоликвиритигенин корня солодки защищают нервную ткань от повреждающего действия глутамата – [43; 40]. Глабридин защищает нервные клетки от повреждения при ишемии – [48].

Спиртовой экстракт корней солодки голой предупреждает возникновение эпилептических приступов – [8]. Флавоноиды солодки предупреждают поражение нервной ткани при эпилептическом приступе – [49; 15; 38]. Такими же свойствами обладает глицирризин – [25].

Экспериментальные исследования показали, что прием лакрицы предупреждает поражение нервной ткани при ишемии – [31]. [10] определили антидепрессантоподобное воздействие экстрактов корня солодки. Они отметили, что этот эффект проявляется посредством увеличения допамина и норэпинефрина. Солодка увеличивает объем кратковременной памяти и положительно действует на протекание процессов в нервной ткани – [36]. Определено гипнотическое воздействие спиртовых экстрактов солодки, посредством модуляции GABA(A)-BZD рецепторов – [7; 19]. Глабридин предупреждает нарушение когнитивных функций при сахарном диабете – [17].

Экспериментальные исследования показали, что глабридин может оказывать успокаивающее и снотворное воздействие путем воздействия на GABA_A рецепторы нервной ткани – [22]. Флавоноиды

солодки обладают выраженными антидепрессивными свойствами – [12]. Получены хорошие результаты, при лечении большими дозами препаратов солодки психомоторного возбуждения, шизофрении – [4].

Список литературы:

1. Аммосов А.С., Литвиненко В.И. Фенольные соединения родов (*Glycyrrhiza* L.) и (*Meristotropis* fisch. Et Mey.) (обзор) - Химико-фармацевтический журнал 2007, 41, 7, 30-52.
2. Кароматов И.Д. Солодка, лакричник, лакрица – применение в медицине (обзор литературы) – Актуальные пробл. гуманитарных и естественных наук 2013, 11(58), 230-235.
3. Ловкова М.Я., Рабинович А.М. и др. Почему растения лечат М., Наука 1990.
4. Achliya G.S., Wadodkar S.G., Avinash K.D. Neuropharmacological actions of panchagavya formulation containing *Emblica officinalis* Gaerth and *Glycyrrhiza glabra* Linn in mice - Indian J. Exp. Biol. 2004, May, 42(5), 499-503.
5. Chakravarthi K.K., Avadhani R. Beneficial effect of aqueous root extract of *Glycyrrhiza glabra* on learning and memory using different behavioral models: An experimental study - J. Nat. Sci. Biol. Med. 2013, Jul., 4(2), 420-425. doi: 10.4103/0976-9668.117025.
6. Chakravarthi K.K., Avadhani R. Enhancement of Hippocampal CA3 Neuronal Dendritic Arborization by *Glycyrrhiza glabra* root extract Treatment in Wistar Albino Rats - J. Nat. Sci. Biol. Med. 2014, Jan., 5(1), 25-29. doi: 10.4103/0976-9668.127279.
7. Cho S., Park J.H., Pae A.N., Han D., Kim D., Cho N.C., No K.T., Yang H., Yoon M., Lee C., Shimi-zu M., Baek N.I. Hypnotic effects and GABAergic mechanism of licorice (*Glycyrrhiza glabra*) ethanol extract and its major flavonoid constituent glabrol - Bioorg. Med. Chem. 2012, Jun 1, 20(11), 3493-3501. doi: 10.1016/j.bmc.2012.04.011.
8. Chowdhury B., Bhattamisra S.K., Das M.C. Anti-convulsant action and amelioration of oxidative stress by *Glycyrrhiza glabra* root extract in pentylenetetrazole- induced seizure in albino rats - Indian. J. Pharmacol. 2013, Jan-Feb., 45(1), 40-43. doi: 10.4103/0253-7613.106433.
9. Cui Y.M., Ao M.Z., Li W., Yu L.J. Effect of glabridin from *Glycyrrhiza glabra* on learning and memory in mice - Planta. Med. 2008, Mar., 74(4), 377-380.
10. Dhingra D., Sharma A. Antidepressant-like activity of *Glycyrrhiza glabra* L. in mouse models of immobility tests - Prog. Neuropsychopharmacol. Biol. Psychiatry 2006, May, 30(3), 449-454.

11. Dong Y., Zhao M., Zhao T., Feng M., Chen H., Zhuang M., Lin L. Bioactive profiles, antioxidant activities, nitrite scavenging capacities and protective effects on H₂O₂-injured PC12 cells of *Glycyrrhiza glabra* L. leaf and root extracts - *Molecules*. 2014, Jun 30, 19(7), 9101-9113. doi: 10.3390/molecules19079101.
12. Fan Z.Z., Zhao W.H., Guo J., Cheng R.F., Zhao J.Y., Yang W.D., Wang Y.H., Li W., Peng X.D. [Antidepressant activities of flavonoids from *Glycyrrhiza uralensis* and its neurogenesis protective effect in rats] - *Yao Xue Xue Bao*. 2012, Dec., 47(12), 1612-1617.
13. Fujimaki T., Saiki S., Tashiro E., Yamada D., Kitagawa M., Hattori N., Imoto M. Identification of licopyranocoumarin and glycyrrurol from herbal medicines as neuroprotective compounds for Parkinson's disease - *PLoS One*. 2014, Jun 24, 9(6), e100395. doi: 10.1371/journal.pone.0100395.
14. Genovese T., Menegazzi M., Mazzon E., Crisafulli C., Di Paola R., Dal Bosco M., Zou Z., Suzuki H., Cuzzocrea S. Glycyrrhizin reduces secondary inflammatory process after spinal cord compression injury in mice - *Shock*. 2009, Apr., 31(4), 367-375.
15. González-Reyes S., Santillán-Cigales J.J., Jiménez-Osorio A.S., Pedraza-Chaverri J., Guevara-Guzmán R. Glycyrrhizin ameliorates oxidative stress and inflammation in hippocampus and olfactory bulb in lithium/pilocarpine-induced status epilepticus in rats - *Epilepsy Res*. 2016, Oct., 126, 126-133. doi: 10.1016/j.epilepsyres.2016.07.007.
16. Guo J., Yang C.X., Yang J.J., Yao Y. Glycyrrhizic Acid Ameliorates Cognitive Impairment in a Rat Model of Vascular Dementia Associated with Oxidative Damage and Inhibition of Voltage-Gated Sodium Channels - *CNS Neurol. Disord. Drug Targets*. 2016, 15(8), 1001-1008.
17. Hasanein P. Glabridin as a major active isoflavan from *Glycyrrhiza glabra* (licorice) reverses learning and memory deficits in diabetic rats - *Acta Physiol. Hung*. 2011, Jun., 98(2), 221-230.
18. Hayashi H., Hattori S., Inoue K., Khodzhimatov O., Ashurmetov O., Ito M., Honda G. Field survey of *Glycyrrhiza* plants in Central Asia (3). Chemical characterization of *G. glabra* collected in Uzbekistan - *Chem. Pharm. Bull. (Tokyo)* 2003, Nov., 51(11), 1338-1340.
19. Hoffmann K.M., Beltrán L., Ziemba P.M., Hatt H., Gisselmann G. Potentiating effect of glabridin from *Glycyrrhiza glabra* on GABA receptors - *Biochem. Biophys. Res.* 2016, Apr 16, 6, 197-202. doi: 10.1016/j.bbrep.2016.04.007.
20. Hosseinzadeh H., Nassiri-Asl M. Pharmacological Effects of *Glycyrrhiza* spp. and Its Bioactive Constituents: Update and Review - *Phytother. Res*. 2015, Dec., 29(12), 1868-1886. doi: 10.1002/ptr.5487.
21. Hwang C.K., Chun H.S. Isoliquiritigenin isolated from licorice *Glycyrrhiza uralensis* prevents 6-hydroxydopamine-induced apoptosis in

dopaminergic neurons - Biosci. Biotechnol. Biochem. 2012, 76(3), 536-543.

22. Jin Z., Kim S., Cho S., Kim I.H., Han D., Jin Y.H. Potentiating effect of glabridin on GABAA receptor-mediated responses in dorsal raphe neurons - Planta Med. 2013, Oct., 79(15), 1408-1412. doi: 10.1055/s-0033-1350698.

23. Kao T.C., Wu C.H., Yen G.C. Bioactivity and potential health benefits of licorice - J. Agric. Food Chem. 2014, Jan 22, 62(3), 542-553. doi: 10.1021/jf404939f.

24. Kim J., Kim J., Shim J., Lee S., Kim J., Lim S.S., Lee K.W., Lee H.J. Licorice-derived dehydroglyasperin C increases MKP-1 expression and suppresses inflammation-mediated neurodegeneration - Neurochem. Int. 2013, Dec., 63(8), 732-740. doi: 10.1016/j.neuint.2013.09.013.

25. Kim S.W., Jin Y., Shin J.H., Kim I.D., Lee H.K., Park S., Han P.L., Lee J.K. Glycyrrhizic acid affords robust neuroprotection in the post-ischemic brain via anti-inflammatory effect by inhibiting HMGB1 phosphorylation and secretion - Neurobiol. Dis. 2012, Apr., 46(1), 147-156.

26. Ko Y.H., Kwon S.H., Hwang J.Y., Kim K.I., Seo J.Y., Nguyen T.L., Lee S.Y., Kim H.C., Jang C.G. The Memory-Enhancing Effects of Liquiritigenin by Activation of NMDA Receptors and the CREB Signaling Pathway in Mice - Biomol. Ther. (Seoul). 2018, Mar 1, 26(2), 109-114. doi: 10.4062/biomolther.2016.284.

27. Ko Y.H., Kwon S.H., Lee S.Y., Jang C.G. Liquiritigenin ameliorates memory and cognitive impairment through cholinergic and BDNF pathways in the mouse hippocampus - Arch. Pharm. Res. 2017, Oct., 40(10), 1209-1217. doi: 10.1007/s12272-017-0954-6.

28. Lee H.K., Yang E.J., Kim J.Y., Song K.S., Seong Y.H. Inhibitory effects of Glycyrrhizae radix and its active component, isoliquiritigenin, on A β (25-35)-induced neurotoxicity in cultured rat cortical neurons - Arch. Pharm. Res. 2012, May, 35(5), 897-904. doi: 10.1007/s12272-012-0515-y.

29. Li J.R., Wang Y.Q., Deng Z.Z. Two new compounds from Glycyrrhiza glabra - J. Asian. Nat. Prod. Res. 2005, Aug., 7(4), 677-680.

30. Li K., Ji S., Song W., Kuang Y., Lin Y., Tang S., Cui Z., Qiao X., Yu S., Ye M. Glycybridins A-K, Bioactive Phenolic Compounds from Glycyrrhiza glabra - J. Nat. Prod. 2017, Feb 24, 80(2):334-346. doi: 10.1021/acs.jnatprod.6b00783.

31. Lim C., Lim S., Lee B., Kim B., Cho S. Licorice Pretreatment Protects Against Brain Damage Induced by Middle Cerebral Artery Occlusion in Mice - J. Med. Food. 2018, May, 21(5), 474-480. doi: 10.1089/jmf.2017.4044.

32. Link P., Wetterauer B., Fu Y., Wink M. Extracts of Glycyrrhiza uralensis and isoliquiritigenin counteract amyloid- β toxicity in

Caenorhabditis elegans - Planta Med. 2015, Mar., 81(5), 357-362. doi: 10.1055/s-0035-1545724.

33. Luo L., Jin Y., Kim I.D., Lee J.K. Glycyrrhizin attenuates kainic Acid-induced neuronal cell death in the mouse hippocampus - Exp. Neurobiol. 2013, Jun., 22(2), 107-115. doi: 10.5607/en.2013.22.2.107.

34. Mazzio E., Deiab S., Park K., Soliman K.F. High throughput screening to identify natural human monoamine oxidase B inhibitors - Phytother. Res. 2013, Jun., 27(6), 818-828. doi: 10.1002/ptr.4795.

35. Nakatani Y., Kobe A., Kuriya M., Hiroki Y., Yahagi T., Sakakibara I., Matsuzaki K., Amano T. Neuroprotective effect of liquiritin as an antioxidant via an increase in glucose-6-phosphate dehydrogenase expression on B65 neuroblastoma cells - Eur. J. Pharmacol. 2017, Nov 15, 815, 381-390. doi: 10.1016/j.ejphar.2017.09.040.

36. Parle M., Dhingra D., Kulkarni S.K. Memory-strengthening activity of Glycyrrhiza glabra in exteroceptive and interoceptive behavioral models - J. Med. Food. 2004 Winter, 7(4), 462-466.

37. Schmid C., Dawid C., Peters V., Hofmann T. Saponins from European Licorice Roots (Glycyrrhiza glabra) - J. Nat. Prod. 2018, Jul 31. doi: 10.1021/acs.jnatprod.8b00022.

38. Singh P., Singh D., Goel R.K. Protective effect on phenytoin-induced cognition deficit in pentylenetetrazol kindled mice: A repertoire of Glycyrrhiza glabra flavonoid antioxidants - Pharm. Biol. 2016, Jul., 54(7), 1209-1218. doi: 10.3109/13880209.2015.1063673.

39. Song W., Si L., Ji S., Wang H., Fang X.M., Yu L.Y., Li R.Y., Liang L.N., Zhou D., Ye M. Uralsaponins M-Y, antiviral triterpenoid saponins from the roots of Glycyrrhiza uralensis - J. Nat. Prod. 2014, Jul 25, 77(7), 1632-1643. doi: 10.1021/np500253m.

40. Teng L., Meng Q., Lu J., Xie J., Wang Z., Liu Y., Wang D. Liquiritin modulates ERK- and AKT/GSK-3 β -dependent pathways to protect against glutamate-induced cell damage in differentiated PC12 cells - Mol. Med. Rep. 2014, Aug., 10(2), 818-824. doi: 10.3892/mmr.2014.2289.

41. Wang X., Zhang H., Chen L., Shan L., Fan G., Gao X. Liquorice, a unique "guide drug" of traditional Chinese medicine: a review of its role in drug interactions - J. Ethnopharmacol. 2013, Dec 12, 150(3), 781-790. doi: 10.1016/j.jep.2013.09.055.

42. Wei J.H., Zheng Y.F., Li C.Y., Tang Y.P., Peng G.P. Bioactive constituents of oleanane-type triterpene saponins from the roots of Glycyrrhiza glabra - J. Asian. Nat. Prod. Res. 2014, 16(11), 1044-1053. doi: 10.1080/10286020.2014.960857.

43. Yang E.J., Min J.S., Ku H.Y., Choi H.S., Park M.K., Kim M.K., Song K.S., Lee D.S. Isoliquiritigenin isolated from Glycyrrhiza uralensis protects neuronal cells against glutamate-induced mitochondrial

dysfunction - Biochem. Biophys. Res. Commun. 2012, May 18, 421(4), 658-664. doi: 10.1016/j.bbrc.2012.04.053.

44. Yang E.J., Park G.H., Song K.S. Neuroprotective effects of liquiritigenin isolated from licorice roots on glutamate-induced apoptosis in hippocampal neuronal cells - Neurotoxicology. 2013, Dec., 39, 114-123. doi: 10.1016/j.neuro.2013.08.012.

45. Yang R., Wang L.Q., Yuan B.C., Liu Y. The Pharmacological Activities of Licorice - Planta. Med. 2015, Dec., 81(18), 1654-1669. doi: 10.1055/s-0035-1557893.

46. Ye R., Fan Y.H., Ma C.M. Identification and Enrichment of α -Glucosidase-Inhibiting Dihydrostilbene and Flavonoids from Glycyrrhiza uralensis Leaves - J. Agric. Food Chem. 2017, Jan 18, 65(2), 510-515. doi: 10.1021/acs.jafc.6b04155.

47. Yin L., Guan E., Zhang Y., Shu Z., Wang B., Wu X., Chen J., Liu J., Fu X., Sun W., Liu M. Chemical Profile and Anti-inflammatory Activity of Total Flavonoids from Glycyrrhiza Uralensis Fisch - Iran. J. Pharm. Res. 2018, Spring, 17(2), 726-734.

48. Yu X.Q., Xue C.C., Zhou Z.W., Li C.G., Du Y.M., Liang J., Zhou S.F. In vitro and in vivo neuro-protective effect and mechanisms of glabridin, a major active isoflavan from Glycyrrhiza glabra (licorice) - Life Sci. 2008, Jan 2, 82(1-2), 68-78.

49. Zeng L.H., Zhang H.D., Xu C.J., Bian Y.J., Xu X.J., Xie Q.M., Zhang R.H. Neuroprotective effects of flavonoids extracted from licorice on kainate-induced seizure in mice through their antioxidant properties - J. Zhejiang. Univ. Sci. B. 2013, Nov., 14(11), 1004-1012. doi: 10.1631/jzus.B1300138.

50. Zhao S., Yan X., Zhao Y., Wen J., Zhao Z., Liu H. Dihydroisocoumarins from Radix Glycyrrhizae - Chem. Cent. J. 2018, May 11, 12(1), 58. doi: 10.1186/s13065-018-0427-0.