

УДК 582.681.81:581.192:616-003.725

**БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫЕ ВЕЩЕСТВА РАСТЕНИЙ РОДА ИВА (SALIX L.)**<sup>1</sup>О.О. Фролова, <sup>1</sup>Е.В. Компанцева, <sup>2</sup>Т.М. Дементьева

<sup>1</sup>Пятигорский медико-фармацевтический институт –  
филиал ГБОУ ВПО ВолгГМУ Минздрава России, г. Пятигорск, Россия  
<sup>2</sup>Дальневосточный государственный медицинский университет, г. Хабаровск, Россия

**BIOLOGICALLY ACTIVE SUBSTANCES OF PLANTS FROM SALIX L. GENUS**<sup>1</sup>O.O. Frolova, <sup>1</sup>E.V. Kompantseva, <sup>2</sup>T.M. Dementieva

<sup>1</sup>Pyatigorsk Medical and Pharmaceutical Institute –  
branch of Volgograd State Medical University, Pyatigorsk, Russian Federation  
<sup>2</sup>Far-Eastern State Medical University, Khabarovsk, Russian Federation  
E-mail: dskompanceva@mail.ru

В обзоре систематизирована информация о химическом составе коры, листьев, соцветий и побегов различных видов ивы. Более подробное внимание уделено исследованиям ивы, проведенным за последние несколько лет в нашей стране и за рубежом. Для каждой, описанной в ивах группы биологически активных веществ, приводятся сведения о проявляемых видах фармакологической активности.

**Ключевые слова:** ива, *Salix L.*, кора, побеги, фенологликозиды, флавоноиды, дубильные вещества, фенолкарбоновые кислоты, аминокислоты, полисахариды, фармакологическое действие.

Терапевтическая ценность лекарственных растений определяется входящими в их состав биологически активными веществами (БАВ). При этом в каждом из лекарственных растений синтезируются одновременно сотни БАВ, которые, попадая в организм человека, оказывают суммарный фармакологический эффект. Дополнительное изучение ранее исследованных и давно используемых лекарственных растений иногда позволяет выявить новый аспект их биологической активности.

Целью настоящего обзора является систематизация информации о составе биоло-

The review systematizes data about chemical composition of bark, leaves, inflorescences, and sprouts of different species of *Salix L.* The closest attention is paid to investigations of *Salix*, which has been recently carried out in our country and abroad. For every group of biologically active substances described in *Salix* there are data about suppressed types of pharmacological activity.

**Keywords:** willow, *Salix L.*, bark, sprouts, phenolic glycosides, flavonoids, tannins, phenolcarboxylic acids, amino acids, polysaccharides, pharmacological action.

Therapeutic value of medicinal plants is determined by biologically active substances (BAS) in their composition. At that, hundreds of BAS are simultaneously synthesized in every medicinal plant, which after entering human organism implement total pharmacological effect. Additional investigation of previously studied and long-term used medicinal plants sometimes allows revelation of new aspects of their biological activity.

The purpose of this study is systematization of information about the composition of biolog-

гически активных веществ, обнаруженных в растениях рода Ива, которые могут служить перспективными источниками для создания отечественных лекарственных препаратов.

Изучением химического состава различных видов ивы (*Salix L.*) начали заниматься еще в XVIII веке. История применения и химический состав некоторых видов ивы достаточно полно описаны в диссертациях по изучению ивы белой и ивы остролистной, выполненных за последние годы [1, 2]. В своей работе, чтобы избежать повторений с вышеуказанными работами, мы ограничились кратким аналитическим обзором известной на данный момент информации о химическом составе некоторых видов ивы и проявляемых видах фармакологической активности. Кроме того, более подробно мы остановились на исследованиях некоторых видов ивы, проведенных за последние несколько лет в нашей стране и за рубежом.

В настоящий момент известно, что основными действующими веществами изученных видов ивы являются фенологликозиды, флавоноиды, дубильные вещества, а также в состав входят фенолокислоты, аскорбиновая кислота, аминокислоты, сапонины, эфирные масла и полисахариды, которые могут вносить вклад в общий фармакологический эффект [3]. Известно, что количественное содержание БАВ в коре и листьях может меняться в различные фазы вегетации и зависит от условий произрастания, изученных видов ивы [4, 5].

Одни из основных представителей биологически активных веществ семейства ивовые – фенологликозиды, агликоном которых является салициловый спирт. Первый фенологликозид, выделенный из растений – салицин (саликозид), представляет собой  $\beta$ -глюкозид салицилового спирта. Его получил из коры ивы французский ученый А. Леру (1829). Именно с салицином связаны основные виды действия ивы – противовоспалительное, анальгетическое и жаропонижающее [6]. Что касается количественного содержания салицина, в изученных на данный момент видах ивы, то оно варьирует по имеющимся сведениям достаточно широко. Это связано не только с межвидовыми раз-

ically active substances, revealed in the plants of *Salix L.* genus, which can serve as a prospective source for production of Russian medicinal drugs.

The investigations for chemical composition of different species of *Salix L.* have started in XVIII century. History of application and chemical composition of some sorts of *Salix* are described in theses of studies for *Salix alba* and *Salix acutifolia* quite in details [1, 2]. In this paper, in order to avoid repetitions with above mentioned researches, we made a brief analytic review of presently known information about the chemical composition of some species of *Salix*, which have been lately carried out in our country and abroad.

At present we know that phenolic glycosides, flavonoids, tannins as well as phenolic acids, ascorbic acid, amino acids, essential oils, and polysaccharides which can contribute in a total pharmacological effect, are the principal active substances of the studied species of *Salix* [3]. Quantitative composition of BAS in a bark and leaves is known to be changeable in different vegetation phases, and depends on growing conditions of the studied species of *Salix* [4, 5].

Ones of the principal representatives of biologically active substances of *Salix* family are phenolic glycosides with salicyl alcohol as an aglycone. The first phenolic glycoside, isolated from plants – salicin (salicoside), is a  $\beta$ -glycoside of salicyl alcohol. It was isolated from a willow bark by French scientist A. Leroux (1829). It is salicin which has principal types of *Salix* activity – anti-inflammatory, analgesic, and febrifuge actions [6]. Quantitative content of salicin in the studied *Salix* species varies rather broadly. This is connected not only with interspecies differences but with the quantitative determination method used at the first place.

личиями, но, в первую очередь – с используемым методом количественного определения. В своей работе мы приведем только данные за последние 10 лет, полученные с использованием современного метода высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ), поскольку на данный момент этот метод является наиболее широко применяемым и относительно удобным в использовании. Найдено, что содержание салицина в видах ивы, распространенных на Северном Кавказе, составляет в коре ивы белой – около 0,92%, в коре ивы трехтычинковой – около 0,2%, в коре ивы пурпурной – около 0,81% [2]. В 2013 г. А.А. Петрук было определено методом ВЭЖХ содержание салицина в листьях и соцветиях некоторых видов рода *Salix*, произрастающих на территории Алтайского края и Новосибирской области. Содержание салицина в листьях исследованных видов находилось в пределах от 0,72% (*S. albavar. vitellina*) до 2,31% (*S. alba* (женский экземпляр)). Содержание салицина в соцветиях исследованных видов находилось от 1,31% (*S. albavar. vitellina*) до 1,78% (*S. alba* (женский экземпляр)) [7]. Следует отметить, что в Европейской Фармакопее к фармакопейным видам ивы относят виды, содержащие в коре не менее 1,5% салицина (после щелочного гидролиза) [9]. Подобное исследование было проведено на примере коры ивы остролистной, произрастающей в Поволжье. Общее содержание салицина после щелочного гидролиза колебалось от 6,5 до 9,5% [8].

В 1926 г. из коры ивы был выделен другой фенологликозид – салидрозид, который обладает бифункциональными свойствами, т.е. проявляет себя как ингибитор или инициатор окислительных процессов. Проявление одного из свойств зависит от концентрации салидрозид в реакционной среде, так если концентрация низкая, то салидрозид выступает как ингибитор окислительных процессов, при высоких концентрациях он является инициатором [10].

Открытие в XX веке новых методов анализа дало возможность для изучения БАВ различных видов ивы в ведущих научных центрах мира. С помощью хроматографи-

In our paper we will demonstrate data for the recent 10 years, obtained using contemporary method of high-performance liquid chromatography (HPLC), because currently this is the most widespread and rather convenient method to use. We have found that salycin content in *Salix* species widespread in the North Caucasus amounts to about 0.92% in a bark of *Salix alba*, about 0.2% in a bark of *Salix triandra*, about 0.81% in *Salix purpurea* bark [2]. In 2013 A.A. Petruk using HPLC method determined the content of salycin in leaves and inflorescences of some species of *Salix* genus, growing in Altay Krai and Novosibirsk Oblast. The content of salycin in leaves of the species under study amounted from 0.72% (*S. albavar. vitellina*) to 2.31% (*S. alba* (female)). The content of salycin in inflorescences amounted from 1.31% (*S. albavar. vitellina*) to 1.78% (*S. alba* (female)) [7]. We should note, that European Pharmacopoeia considers only *Salix* species with at least 1.5% salycin (after alkaline hydrolysis) to be pharmacopoeial [9]. Similar study was carried out on the example of bark of *Salix acutifolia* growing in Volga region. The general content of salicin after the alkaline hydrolysis fluctuated from 6.5 to 9.5% [8].

In 1926 another phenolic glycoside – salidroside – was isolated from the *Salix* bark, which had bifunctional properties, i.e. it is pronounced as an inhibitor or initiator of oxidation processes. The manifestation of one of the properties depends on concentration of salidroside in reaction environment, so if the concentration is low, salidroside will be an inhibitor of oxidation processes, at high concentrations it will be initiator [10].

The discovery of new analysis methods in XX century gave possibility to investigate BAS of different species of leading scientific centers of the world. With the help of chromatographic and spectral analysis methods the knowledge

ческих и спектральных методов анализа расширены представления о гликозидном составе различных видов ивы. Зарубежными [11, 12] и отечественными [13, 14, 15, 16] учеными были обнаружены такие представители данной группы соединений как саликортин, тремулоидин (тремулацин), фрагилин, грандидентатин, пурпуреин, салирепозид, триандрин, вималин и другие соединения. Позже, триандрин и вималин по одной из классификаций были отнесены к группе фенолпропаноидов. Установлено, что триандрин имеет нейротропную активность, проявляя актопротекторное, антигипногенное, церебропротективное действие [17]. В 2014 г. в Корее было проведено исследование ветвей *S. glandulosa* Seemen, обнаружены 12 новых фенольных гликозидов и 13 описанных ранее. Ряд соединений проявили выраженный ингибирующий эффект на синтез оксида азота в экспериментальной модели активации микроглии липополисахаридами [18].

Следующей важнейшей группой БАВ, обнаруженной в изученных видах ивы, являются флавоноиды. Химическую структуру и фармакологические свойства данной группы соединений начали изучать в начале XIX века, когда в 1814 г. из коры дуба выделили кристаллическое вещество – кверцетин. В 1864 г. из руты садовой выделили рутин, который впоследствии обнаружили и в некоторых видах ивы. Заинтересованность флавоноидами значительно возросла, когда в 1936 г. известный американский ученый венгерского происхождения, лауреат Нобелевской премии А. Сент-Дьерди (1893–1986) установил, что флавоноиды из коры лимона имеют Р-витаминную активность, то есть способность уменьшать проницаемость и ломкость капилляров [19]. Первые исследования по определению флавоноидов в иве относятся к 1931–1933 гг., когда французскими фитохимиками С. Charaux и J. Rabate в коре ивы пурпурной был обнаружен нарингенин-5-глюкозид [3]. К настоящему времени в коре и листьях различных видов ивы идентифицированы ряд флавоноидов и установлена их химическая структура. Представители классификационных под-

about glycoside composition of different *Salix* species was broadened. Foreign [11, 12] and Russian [13, 14, 15, 16] scientists discovered the representatives of these compounds group like salikortin, tremuloidin (tremulatsin) fragilin, grandidentatin, purpurein, salireposide, triandrin, vimalin and other compounds. Later triandrin and vimalin were included with phenylpropanoids group. Triandrin was established to have neurotropic activity, manifesting actoprotective, antihypnogenic, cerebroprotective action [17]. In 2014 a study for branches of *S. glandulosa* Seemen was carried out in Korea; 12 new phenolic glycosides out of 13 previously described glycosides were discovered. The range of compounds showed signified inhibiting effect on the synthesis of nitrogen oxide in experimental model of microglia activation with liposaccharides [18].

The next important group of BAS, discovered in the *Salix* species under study was flavonoids. Chemical structure and pharmacological properties of these compound group has been under study since early XIX century, when in 1814 crystalline substance of quercetin was isolated from an oak bark. In 1864 rutin was isolated from *Ruta graveolens*, which was discovered later in some species of *Salix*. Interest in flavonoids rose significantly when in 1936 famous American scientists of Hungarian origin, Noble prize awardee A. Szent-Györgyi (1893-1986) discovered that flavonoids from a lemon bark have P-vitamin activity i.e. ability to lessen the permeability and capillary fragility [19]. The first investigations on the flavonoids determination in *Salix* date back to 1931-1933 when French phytochemists C. Charaux and J. Rabate discovered naringenin-5-glycoside in a bark of *Salix purpurea* [3]. At this point the range of flavonoids was identified in bark and leaves of different *Salix* species, and their chemical structure was established. Represen-



групп флавоноидов встречаются во многих видах ивы [3, 12, 14, 15, 16]. Представителем флавонов в иве является лютеолин, который обнаружен в коре *S. purpurea*, листьях *S. acutifolia*, *S. caprea*, *S. alba*, *S. triandra*, *S. vestita*, *S. berberifolia*, *S. myrtilloides*, *S. saxatilis*, *S. pyrolifolia* [14, 20, 21]. В гибриде ивы вавилонской с ивой белой был обнаружен лютеолин-7-гликозид, который содержится также в листьях *S. purpurea*, *S. acutifolia*, *S. caprea*, *S. elburensis*, *S. alba* [13,14]. Еще одним представителем флавонов является апигенин, обнаруженный и количественно определенный в листьях *S. saxatilis* и *S. recervigemmis* [21]. Более выраженные желчегонные свойства у флавонолов, представителями которых являются кверцетин, обнаруженный в *S. triandra* (листья и соцветия) и листьях *S. acutifolia*, *S. alba*, *S. caprea*, *S. vestita*, *S. berberifolia*, *S. myrtilloides*, *S. nummularia*, *S. recervigemmis*, *S. krylovii*, *S. sphenophylla* [13, 14, 21] и рутин, содержащийся в листьях и соцветиях *S. triandra*, *Salix alba* и *Salix alba* var. *vitellina*, и листьях *S. acutifolia* и *S. songarica* Anderss [14, 16, 21]. Известно, что флавоноиды обладают желчегонным действием, которое возрастает в ряду флавоны, халконы, флаваноны, флавонолы. В работе Г.В. Оболенцевой установлено противоязвенное действие флавоноидов, механизм развития которого в определенной мере связывается с противовоспалительными и спазмолитическими свойствами. В экспериментах наибольшей активностью обладали гликозиды флавонолов и халконов [19]. Представители флавонолов описаны выше, а представителем халконов в семействе ивовые является флавоноид изосалипурпозид, обнаруженный в коре *S. purpurea*, *S. elburensis*, *S. daphnoides* и *S. acutifolia* [1, 14]. Доказано, что флавоноиды являются экзогенными низкомолекулярными антиоксидантами, нейтрализующими действие активных молекул кислорода. Установлено, что в растительных тканях, как и в организме животных, флавоноиды совместно с аскорбиновой кислотой участвуют в энзиматических процессах окисления и восстановления. Доказано, что такие флавоны как диосметин и его гликозиды (ка-

tatives of the classification subgroups of flavonoids are encountered in many species of *Salix* [3, 12, 14, 15, 16]. Luteolin is representative of flavones in *Salix*, which is encountered in *S. purpurea*, leaves of *S. acutifolia*, *S. caprea*, *S. acutifolia*, *S. alba*, *S. triandra*, *S. vestita*, *S. berberifolia*, *S. myrtilloides*, *S. saxatilis*, *S. pyrolifolia* [14, 20, 21]. One more representative of flavones is apigenin, discovered and quantitatively determined in leaves of *S. saxatilis* and *S. recervigemmis* [21]. Flavonoids, represented by quercetin, discovered in *S. triandra* (leaves and inflorescences) and leaves of *S. acutifolia*, *S. alba*, *S. caprea*, *S. vestita*, *S. berberifolia*, *S. myrtilloides*, *S. nummularia*, *S. recervigemmis*, *S. krylovii*, *S. sphenophylla* have more significant biligenic action [13, 14, 21] as well as rutin in leaves and inflorescences of *S. triandra*, *Salix alba* и *Salix alba* var. *vitellina*, and leaves of *S. acutifolia* и *S. songarica* Anderss [14, 16, 21]. Flavonoids are known to have biligenic action, which grows in the raw of flavones, chalcones, flavanones, flavanoles. G.V. Obolentseva established in her work an antiulcer action of flavonoids, which development mechanism is in some degree connected with anti-inflammatory and spasmolytic properties. The experiments showed that glycosides of flavonoles and chalcones were the most active [19]. Flavonoles representatives are described above, and the representative of chalcones in *Salix* family is isosalipurposide, flavonoid discovered in a bark of *S. purpurea*, *S. elburensis*, *S. daphnoides*, and *S. acutifolia* [1, 14]. Flavonoids were proved to be exogenous low-molecular antioxidants, which neutralize an action of active oxygen molecules. We established that plant tissues, as well as animals organisms flavonoids together with ascorbic acid participate in enzymatic processes of oxidation and repairing. Such flavones as diosmetin and its glycosides (*capreoside* and *salicapreoside*), discovered in *Salix*

преозид и саликаприозид), обнаруженные в иве козьей, обладают венотонизирующей активностью и применяются при варикозном расширении вен, флебитах и геморрое, а также в гинекологической практике [22]. Флавоноиды обладают выраженным противоаллергическим эффектом, что объясняется нарушением высвобождения медиаторов аллергии. Они восстанавливают функции клеточных мембран путем непосредственного биохимического взаимодействия, одновременно угнетая активность фосфодиэстеразы, что способствует накоплению в клетке цАМФ. При этом более эффективными ингибиторами фосфодиэстеразы являются флавоны и флавонолы, содержащиеся в вышеперечисленных видах ивы. Флавоноиды, как специфические ингибиторы фосфодиэстераз, являются мощными регуляторами метаболизма нуклеотидов и в этом плане представляют потенциальный фармакологический интерес [23, 24].

Следует отдельно остановиться на проведенных за последние годы исследованиях флавоноидов различных видов ивы. Так, в 2012 году В.Б. Браславским была защищена диссертация на соискание ученой степени доктора фармацевтических наук на тему «Комплексное фармакогностическое и физико-химическое исследование флавоноидов и фенилпропаноидов представителей семейства ивовых (*Salicaceae*)». В данной работе большее внимание было уделено изучению представителей рода Тополь, а также был изучен химический состав коры двух видов ивы: *S. viminalis* L. и *S. acutifolia* Willd. В результате при помощи УФ-, ЯМР-спектроскопии и масс-спектрометрии, а также химических превращений были идентифицированы 7 веществ, относящихся к флавоноидам, 5 – к фенилпропаноидам и 5 – к простым фенолам. Причём, из коры *S. acutifolia* Willd. впервые выделены нарингенин, прунин, катехин, изосалипурпол, сиригин, триандрин, саликортин, тремулацин, ацил-салигенин. В результате проведенных фармакологических исследований показано, что растения рода Ива, содержащие флавоноиды и фенилпропаноиды, являются перспективным источником антимикробных,

caprea, have venotonic activity and are applied in varicose veins, phlebitis, and hemorrhoid, and in gynecology [22]. Flavonoids have significant anti-allergic effect, which is conditioned by the damage of allergy mediators release. They restore functions of cell membranes with direct biochemical confuction, simultaneously suppressing phosphodiesterase activity, which promotes the accumulation of cAMP in a cell. At that the most efficient inhibitors of phosphodiesterase are flavones and flavonoles, which are parts of the above mentioned *Salix* species. Flavonoids, as specific inhibitors of phosphodiesterases are powerful nucleotide metabolism regulators and in this connection are of potential pharmacological interest [23, 24].

Recent investigations of flavonoids from different *Salix* species are worth a special attention. So, in 2012 V.B. Braslavskiy defended his thesis of Doctor of Pharmaceutical Sciences on Complex Pharmacognostic and Physical and Chemical Investigation of Flavonoids and Phenylpropanoids of *Salicaceae* Family. In this paper the author pays more attention to the study of representatives of *Populus* genus, and chemical composition of two *Salix* species was studied as well: *S. viminalis* L. and *S. acutifolia* Willd. As the result, using UV, NMR spectroscopy and mass spectrometria, as well as chemical transformation, 7 substances were identified. They belonged to flavonoids, 5 substances belonged to phenylpropanoids and 5 substances belonged to simple phenols. For the first time the following substances were isolated from a bark of *S. acutifolia* Willd.: naringenin, prunin, catechin, isosalipurpol, syringin, triandrin, salikortin, tremulatsin, acyl saligenin. As the result of the pharmacological studies conducted, they showed that *Salix* genus plants with flavonoids and phenylpropanoids are prospective source of antimicrobial, anti-inflammatory, and adaptogenic medicinal drugs [25]. Besides, fla-

противовоспалительных и адаптогенных лекарственных средств [25]. Кроме того, выделенные из *S. acutifolia* Willd. флавоноиды прунин и цинарозид в дозе 5 мг/кг, проявили диуретический и салуретический эффекты, в основе которых лежат механизмы сочетанного влияния на клубочковую фильтрацию и канальцевый транспорт ионов [26]. А.А. Петрук в 2012 г. с помощью метода ВЭЖХ изучила флавоноидный состав листьев некоторых видов ивы, произрастающих в азиатской части России. Обнаружены кверцетин, кемпферол, апигенин, лютеолин и рутин, при этом преобладающими являются кверцетин и лютеолин [20, 21, 27].

Исследования флавоноидов некоторых видов ивы проводятся и в Беларуси. В 2015 г. опубликована статья по изучению зависимости содержания флавоноидов в листьях ивы прутовидной от размеров и положения листа на побеге. Содержание флавоноидов в отдельных листьях варьирует от 1,2% до 11%, т. е. весьма значительно, в то время как средние значения в листьях с одного побега изменяются существенно меньше – от 4,08% до 5,76%. Зависимость содержания флавоноидов от положения листа на побеге зеркально противоположна той, которая была описана для длины и массы листа, то есть самые мелкие листья накапливают максимальное количество флавоноидов [28]. Этой же группой авторов проведено определение содержания флавоноидов в соцветиях, листьях и коре *S. caprea*. По результатам исследований кору ивы козьей рекомендуют в качестве перспективного лекарственного растительного сырья, содержащего проантоцианидины, которые, как известно, обуславливают противовоспалительное и антиоксидантное действие. Листья же и соцветия, а в особенности мужские, накапливающие значительные количества производных флавонона и флавонола, могут быть источником получения лекарственных средств с кардиотоническим и венотонизирующим действием [22].

Ивы также являются танидоносными растениями. Кора некоторых видов может содержать до 20% дубильных веществ [29]. Изучена природа дубильных веществ (ДВ),

vonoids prunin and cynaroside, isolated from *S. S. acutifolia* Willd. at dose 5 mg/kg showed diuretic and saluretic effects, which are based on the mechanisms of combined influence on glomerular filtration and canalicular ions transfer [26]. In 2012 A.A. Petruk, using HPLC method studied flavonoid composition of some species of *Salix*, which grow in Asian Russia. She discovered quercetin, kaempferol, apigenin, luteolin, and rutin, with dominance of quercetin and luteolin [20, 21, 27].

The investigations of flavonoids from some *Salix* species have been carried out in Belarus. In 2015 Belarus authors published the article about the study for dependence of content of flavonoids in *Salix viminalis* leaves on the size and position of a leaf on a sprout. The content of flavonoids in certain leaves hover from 1.2% to 11%, i.e. it is rather significant, while average values in leaves of one sprout change significantly less from 4.08% to 5.76%. The dependence of the flavonoids on the leaf position on a sprout is completely the opposite to the dependence described for a length and weight of a lead, it means that the smallest leaves accumulate maximum quantity of flavonoids [28]. The same authors determined the content of flavonoids in inflorescences, leaves, and bark of *S. caprea*. As the results of the study, a bark of *S. caprea* is recommended as prospective medicinal plant raw materials, which contain proanthocyanidins, providing anti-inflammatory and antioxidant action. Leaves and inflorescences, especially male, which accumulate significant quantity of flavone and flavonoles derivatives, can be the source for obtainment of medicinal drugs with cardiotonic and venotonic action [22].

*Salix* species also have tannins. A bark of some species may contain up to 20% of tannins [29]. Nature of tannins from different *Salix* species was studied; these were tannins of



содержащихся в разных видах ивы – это ДВ пирогалловой и пирокатехиновой группы. Определены виды ивы, содержащие только ДВ пирогалловой группы – это *S. triandra*, *S. caprea*, *S. viminalis*. Такие виды как *S. alba*, *S. purpurea*, *S. pentandra*, *S. fragilis* содержат дубильные вещества пирокатехиновой группы [14]. Содержание ДВ в коре некоторых видов ивы может достигать более 20%, при этом наибольшая танидность отмечена у коры – ивы *S. aurita* L. [29]. Известно о ряде фармакологических свойств ДВ. Вяжущее действие обусловлено способностью дубильных веществ связываться с белками, образуя комплексы, что способствует заживлению ран, ожогов и лечению диареи. Антиоксидантное действие обусловлено ингибированием активных форм кислорода. Противовоспалительное действие дубильных веществ осуществляется за счет нескольких механизмов (ингибирование производства и накопления простагландинов, воспалительных маркеров, оксида азота в макрофагах [30].

В работах А.А. Петрук, опубликованных с 2009 г., изучено содержание дубильных веществ в листьях некоторых представителей рода *Salix* (Salicaceae), произрастающих в азиатской части России. Проведенное определение содержания ДВ перманганатометрическим методом показало, что наибольшее количество ДВ находится в листьях *S. phylicifolia* (7,1%), содержание ДВ более 5% обнаружено еще в трех видах ивы: *S. gracilistyla*, *S. pentandra*, *S. pyrolifolia* [31]. Этим же автором определена сезонная динамика накопления дубильных веществ на примере видов ивы, интродуцированных в Центральном Сибирском ботаническом саду СО РАН. В образцах листьев всех изученных особей содержание ДВ оказалось выше, чем в соцветиях (в листьях – от 3,3 до 7,1%, в соцветиях – от 0,8 до 1,2%). Наибольшее содержание ДВ в листьях отмечено в период начала роста листовых пластинок или в период, когда они достигают своего максимального размера [27]. А.А. Петрук проведено также исследование сезонной динамики изменения содержания флавоноидов и дубильных веществ в листьях и соцветиях *S. alba*. Оно

pyrogallic and pyrocatechin groups. *Salix* species with tannins of only pyrogallic group were determined: *S. triandra*, *S. caprea*, *S. viminalis*. Species like *S. alba*, *S. purpurea*, *S. pentandra*, *S. fragilis* contain tannins of pyrocatechin group [14]. The content of tannins in some *Salix* species may reach 20%, and bark of *S. aurita* L. had the highest quantity of tannins [29]. Some pharmacological properties of tannins are known. Astringent action is conditioned by the capability of tannins to connect with proteins, creating complexes, which conduces the wound and burn healing processes, diarrhea treatment. Antioxidant action is conditioned by the inhibition of active forms of oxygen. Anti-inflammation action of tannins was implemented with several mechanisms (inhibition of the production and accumulation of prostaglandins, inflammation markers, nitrogen oxide in microphages [30].

A.A. Petruk in her papers, published in 2009, studied tannins of some *Salix* species (Salicaceae), which grow in Asian Russia. The study for tannins content using permanganometric method showed that leaves of *S. phylicifolia* have the bigger amount of tannins (7.1%), three *Salix* species had more than 5% of tannins: *S. gracilistyla*, *S. pentandra*, *S. pyrolifolia* [31]. The same author determined a seasonal dynamics of tannins accumulation on the example of *Salix* species, introduced in Central Siberian Botanic Garden. The leaves samples of all studied species the amount of tannins were higher than in inflorescences (in leaves from 3.3 to 7.1%, and from 0.8 to 1.2% in inflorescences). The higher amount of tannins in leaves was observed in the period of growth of laminae, or in period of their maximum size [27]. A.A. Petruk also carried out the study for a seasonal dynamics of flavonoid and tannin content in leaves and inflorescences of *S. alba*. It showed that leaves of the studied plants had the biggest amount of flavonoids and tannins,



показало, что наибольшее количество флавоноидов и дубильных веществ находится в листьях изученных растений, среди них по сумме флавоноидов выделяется *S. albavar. vitellina* – 4.60%, по содержанию дубильных веществ – *S. alba* × *S. blanda* – 4.57%. Максимумы содержания флавоноидов и дубильных веществ в соцветиях приходится на период полного цветения, в листьях – в период их активного роста, а также в конце вегетационного периода, перед началом листопада. Это время А.А. Петрук считает оптимальным для сбора сырья. Наибольшее количество флавоноидов и дубильных веществ содержится в обоеполюх соцветиях по сравнению с женскими и мужскими. Полученные результаты приводят автора к выводу о невозможности применения такого показателя, как количественное содержание указанных фенольных соединений в качестве хемотаксономического маркера для рода *Salix* вследствие широкого диапазона их изменчивости [20].

Также известно, что в некоторых изученных видах ивы содержатся фенолкарбоновые кислоты, такие как салициловая, хлорогеновая, *p*-гидроксикоричная, кофейная и феруловая кислоты [4, 14, 32]. Салициловая кислота в свободном виде содержится в *S. lapponum*, *S. purpurea*, *S. planifolia* и *S. alba* [33]. Салициловая кислота и ее производные известны как противовоспалительные, жаропонижающие и болеутоляющие средства [3, 6]. Многие фенолкарбоновые кислоты эффективно нейтрализуют свободные радикалы, оказывая антиоксидантное действие. Производные гидроксикоричных кислот проявляют желчегонный и противовоспалительный эффект, а также фунгистатическую активность. Хлорогеновая кислота обладает ярко выраженной физиологической активностью и является природным антиоксидантом. Содержится хлорогеновая кислота в листьях *S. purpurea*, *S. elbursensis*, *S. triandra* и *S. alba* [4, 14, 32]. Феруловая кислота оказывает противовоспалительное, антиаллергическое, противоопухолевое, антитоксическое, гепатопротекторное, антибактериальное, противовирусное и другие виды фармакологического действия [34]. Ее об-

among them *S. albavar. vitellina* stood out by the amount of flavonoids – 4.60%, and *S. alba* × *S. blanda* by the content of tannins – 4.57%. Maximums of flavonoids and tannins content in inflorescences is observed in full bloom period, and in leaves it is observed in a period of their active growth, and at the end of vegetation period, before the leaf shedding. This time is considered by A.A. Petruk to be an optimal period for raw materials gathering. Digynous inflorescences have the biggest amount of flavonoids and tannins comparing with male and female inflorescences. The results obtained made an author to prove the impossibility of an index of quantitative content of phenolic compounds mentioned, as chemotaxonomic marker for *Salix* genus, because of the broad spectrum of their changeability [20].

Some studied *Salix* species are also known to have phenolcarboxylic acids, such as salicylic, chlorogenic, *p*-hydroxycinnamic, caffeic, and ferulic acids [4, 14, 32]. Free salicylic acid is encountered in *S. lapponum*, *S. purpurea*, *S. planifolia* and *S. alba* [33]. Salicylic acid and its derivatives are known as anti-inflammatory, febrifuge, and anesthetic agents [3,6]. Many phenolcarboxylic acids are efficiently neutralize free radicals implementing antioxidant action. The derivatives of hydroxycinnamic acids implement bilignenic and anti-inflammatory effect, as well as fungistatic activity. Chlorogenic acid possesses a signified physiological activity and is a natural antioxidant. Chlorogenic acid is found in leaves of *S. purpurea*, *S. elbursensis*, *S. triandra* and *S. alba* [4, 14, 32]. Ferulic acid implements anti-inflammatory, anti-allergic, anti-tumor, antitoxic, hepatoprotectory, antibacterial, anti-virus and other pharmacological effects [34]. It was discovered in *S. alba*, which grows in the North Caucasus [2, 14]. Caffeic and ferulic acids were revealed to have anti-hypoxic action, implement protective action for cardiac

наружили в *S. alba*, произрастающей на Северном Кавказе [2, 14]. Также выявлено, что кофейная и феруловая кислоты обладают антигипоксическим действием, оказывают защитное действие на сердечную мышцу при моделировании летальных тахикардий, увеличивают продолжительность жизни экспериментальных животных, а также достоверно увеличивают уровень мозгового кровотока при курсовом применении, при этом существенно не влияют на показатели системной гемодинамики. Кофейная и феруловая кислоты оказывают кардиопротективное действие [34, 35]. Кофейная кислота обнаружена в коре *S. alba*, *S. elbursensis* и *S. purpurea*, произрастающих на Северном Кавказе [14]. Известно, что в листьях некоторых изученных видов ив, произрастающих в Финляндии, присутствуют хлорогеновая и *p*-гидроксикоричная кислоты [4, 32].

Некоторые виды ивы, например, *S. caprea*, содержат аскорбиновую кислоту. Данное соединение является мощным антиоксидантом, а также необходимо для восстановления других антиоксидантов, таких как токоферолы и каротиноиды. Аскорбиновая кислота способствует формированию соединительной ткани в организме человека, проявляет ферментативную активность, способствует всасыванию железа в организме, обладает антисклеротическим действием [3].

Углеводы – это природные соединения, широко распространенные в растительном мире. Полисахариды обладают рядом фармакологических свойств: в том числе оказывают выраженное противовоспалительное, ранозаживляющее, антиоксидантное воздействие, активируют функции иммунной системы [36]. Исследованиями полисахаридов в коре ивы белой занимались немецкие ученые, ими выделены из гемицеллюлозы коры ивы белой ксилан и глюкоманнан. Пектиновые вещества коры ивы белой состоят из галактуроновой кислоты, арабинозы и арабиногалактана. В Чехословакии ученые S. Karacsonyi и M. Pasteka занимались изучением структурных формул нейтральных полисахаридов, содержащихся в иве белой. Ими определена структура глюкоманнана, состоящая из  $\beta$ -D-глюкозы и  $\beta$ -D-маннозы [37].

muscle while modelling lethal tachy-arrhythmia, increase lifetime of experimental animals, and significantly increase a level of cerebral blood flow with course application, without significant influence on the indexes of systematic hemodynamics. Caffeic acid and ferulic acid implement cardio-protective action [34, 35]. Caffeic acid is found in *S. alba*, *S. elbursensis* и *S. purpurea*, which grow in the North Caucasus [14]. The leaves of some *Salix* species growing in Finland are known to have chlorogenic and *p*-hydroxycinnamic acids [4, 32].

Some *Salix* species, for example *S. caprea* contain ascorbic acid. This compounds is a powerful antioxidant, and is also necessary for restoration of other antioxidants like tocopherols and carotinoids. Ascorbic acid conduces the formation of connective tissue in human's organism, exhibits fermentative activity, conduces iron adsorption, and has an antisclerotic action [3].

Carbohydrates are natural compounds, widespread in vegetable kingdom. Polysaccharides possess a whole range of pharmacological properties; including a signified anti-inflammatory, wound healing, antioxidant action, activate functions of immune system [36]. German scientists were occupied with studies for polysaccharides in cortex of *Salix alba*. They isolated xylan and glucomannan from the hemicellulose of *Salix alba* cortex. Pectin substances of the *Salix alba* cortex consist of galacturonic acid, arabinose, and arabinogalactan. In Czechoslovakia scientists S. Karacsonyi and M. Pasteka were occupied with investigations for structural forms of neutral polysaccharides from the *Salix alba*. They determined the structure of glucomannan, which consisted of  $\beta$ -D-glucose and  $\beta$ -D-mannose [37].

Biologically active substances like essential oils, lipids, resinous substances, ferments were revealed in *Salix* [3]. Amino acid composition

В иве выявлены и такие биологически активные вещества, как эфирные масла, липиды и смолистые вещества, ферменты [3]. Изучен аминокислотный состав листьев *S. acutifolia*, *S. caprea*, *S. alba* [38].

Известно, что химические элементы являются важнейшими катализаторами различных биохимических процессов, обмена веществ, играют значительную роль в адаптации организма в норме и патологии. [39]. Был изучен элементный состав коры ивы пятичичиной. Обнаружены такие важные микро- и макроэлементы как азот, фосфор, кальций, магний, натрий и калий [40].

Приведенные выше данные относятся преимущественно к коре различных видов ивы, реже к листьям. В то же время за последние годы проведен ряд исследований, подтверждающих перспективность использования в качестве лекарственного растительного сырья побегов ивы (облиственных ветвей). Так, О.О. Хитевой (2012 г.) изучен химический состав побегов ивы белой, показано наличие богатого комплекса БАВ (установлено высокое содержание дубильных веществ конденсированной группы (эпигаллокатехина, катехина, эпикатехина, эпикатехингаллата, катехингаллата) – в сумме от 3,5 до 9,0% в различные периоды заготовки; флавоноидов (рутина, кверцетина и 2 неидентифицированных веществ) в сумме 0,5–1,5% в пересчете на рутин; фенолокислот (феруловой, салициловой, коричной) в количестве 0,8% в пересчете на кислоту феруловую; тритерпеновых сапонинов (0,53%); содержание салицина составило 0,05–0,19%). Фармакологические исследования показали выраженную антиэкссудативную и антипролиферативную активность отвара побегов ивы белой, сравнимую с кислотой ацетилсалициловой [2]. В дальнейшем изучался химический состав и фармакологическая активность побегов ивы пурпурной [41] и ивы трехчичиной [42, 43, 44]. Результаты этих исследований также подтвердили перспективность изучения побегов ивы как лекарственного растительного сырья, обладающего противовоспалительной активностью.

С 2013–2014 гг. в Украине также начаты

of leaves of *S. acutifolia*, *S. caprea*, *S. alba* was studied as well [38].

Chemical elements are known to be the most important catalyzers of various biochemical processes, metabolism, play a significant role in adaptation of organism in its normal and pathological state [39]. Elemental composition of *Salix pentandra* cortex was studied. As the result, important micro- and macro-elements like nitrogen, phosphorus, calcium, magnesium, sodium, potassium were discovered [40].

The data mentioned above concerns primarily the Cortex of different *Salix* species, rarely of leaves. At the same time, the whole range of researches has been carried out lately to prove the prospects of *Salix* sprouts use as medicinal plant raw materials. So, O.O. Khiteva (2012) studied chemical composition of *Salix alba* sprouts, and showed a rich BAS complex (high content of condensed tannins was established (epigallocatechin, catechin, epicatechin, epicatechingallate, catechingallate) in total from 3.5 to 9.0% in different periods of gathering; flavonoids (rutin, quercetin, and 2 unidentified substances) in total 0.5-1.5% in terms of rutin; phenolic acids (ferulic, salicylic, cinnamic) amounted to 0.8% in terms of ferulic acid; triterpene saponins (0.53%). The salicin content amounted to 0.05-0.19%). Pharmacological investigations showed a signified antiexudative and antiproliferative activity of *Salix alba* sprouts decoction, compared with acetylsalicylic acid [2]. Chemical composition and pharmacological activity of *Salix purpurea* [41] and *Salix triandra* sprouts were studied further [42, 43, 44]. The results of these studies also proved the prospects of *Salix* sprouts as plant raw materials with anti-inflammatory activity.

Since 2013-2014 the investigations for *Salix* sprouts have been carried out in Ukraine. The comparative analysis of phenolic compounds of sprouts of *S. caprea*, *S. purpurea*, *S. viminalis*



исследования побегов ивы. Проведен сравнительный анализ фенольных соединений побегов *S. caprea*, *S. purpurea*, *S. viminalis* флоры Украины. С помощью метода ВЭЖХ был выявлен достаточно высокий уровень накопления биологически активных веществ фенольной природы. В побегах исследуемых видов обнаружено высокое содержание катехина, эпикатехина, хлорогеновой кислоты, некоторых флавоноидов. Особенно высокое содержание флавоноидов следует отметить в побегах *S. Purpurea*, обнаружены несколько производных нарингенина, лютеолин-6-С-гликозид, изосалипурпозид, лютеолин-7-гликозид. Это позволило авторам сделать выводы о перспективности дальнейшего изучения побегов данных видов ивы [45].

Кроме того исследован аминокислотный состав побегов *S. alba*, *S. triandra*, *S. viminalis*, *S. purpurea*, *S. fragilis*. В побегах обнаружено более 20 аминокислот, из которых 9 незаменимы. Результаты исследований аминокислотного состава свидетельствуют о перспективности использования побегов изученных видов ивы [46, 47].

Также группой украинских авторов опубликованы результаты элементного анализа побегов *S. caprea*. Преобладающими макроэлементами оказались (мг/100 г) калий (1120), кальций (895) и кремний (450). Среди микроэлементов (мг/100 г): фосфор (195), железо (56) и алюминий (28) [48].

Использование побегов ивы привлекательно с экономической точки зрения, поскольку позволяет в значительной мере расширить сырьевую базу. Кроме того уменьшается наносимый растению при заготовке вред по сравнению с традиционным сырьем (корой) [49]. Важно отметить большое количество отечественных видов ивы, которые принадлежат к доминирующим ландшафтным видам в местах повышенного увлажнения, особенно по берегам водоемов и в речных долинах, а также успешно культивируются, в том числе в промышленных масштабах. При этом отличительной особенностью растений рода Ива является способность к быстрому росту, заселению субстрата и размножению [50]. Все это обуславливает теоретическую возможность

of Ukrainian flora was done. Rather high level of accumulation of fenolic nature biologically active substances was revealed using HPLC method. The sprouts of the species under study showed a high level of catechin, epicatechin, chlorogenic acid, some flavonoids. Sprouts of *S.purpurea* had especially high content of flavonoids; also some derivatives of naringenin were revealed, as well as luteolin-6-C-glycoside, isosalipurposide, luteolin-7-glycoside. This allowed authors to make conclusions about the prospects of further investigations of the sprouts of these *Salix* species [45].

Apart from this, amino acid composition of *S.alba*, *S.triandra*, *S.viminalis*, *S.purpurea*, *S.fragilis* was investigated. The sprouts were discovered to have more than 20 amino acids, 9 of which were essential. The results of the studies for amino acid composition give evidence about the prospects of implementation of studied *Salix* species [46, 47].

A group of Ukrainian authors published the results of elemental analysis of *S.caprea* sprouts. Potassium (1120), calcium (895), and silicium (450) were dominant macroelemens (mg/100g). And phosphorus (195), iron (56) and aluminum (28) were dominant microelements (mg/100g) [48].

The use of *Salix* sprouts is economically attractive, because it allows a significant broadening of raw material base. Besides, the harmful effect for a plant while raw materials gathering is getting less, in comparison with traditional raw materials (cortex) [49]. Big amount of Russian *Salix* species are worth noting, because of their belonging to dominating landscape types in high humidity areas, especially along the reservoirs banks and river valleys, and also their successful cultivation in industry. One of the distinguishing features of *Salix* genus is their capability to fast growth, substrate colonization, and reproduction [50]. All this conditions



масштабных заготовок сырья ивы в нашей стране для производства отечественных лекарственных препаратов.

### Выводы

В настоящий момент известно, что основными действующими веществами изученных видов ивы являются фенологликозиды, флавоноиды, дубильные вещества и фенолокислоты. Каждая из этих групп соединений проявляет определенный фармакологический эффект.

Богатый химический состав характерен не только для коры ивы (традиционно применяемое сырье), но и для листьев, соцветий, побегов.

В последние годы активно ведутся исследования побегов ивы не только за рубежом, но и в России и в Украине. Использование данного сырья привлекательно с экономической точки зрения, поскольку позволяет в значительной мере расширить сырьевую базу. Кроме того уменьшается наносимый растению при заготовке вред по сравнению с традиционным сырьем (корой).

Большое разнообразие видов ивы, произрастающих на территории России, и возможность их культивирования в промышленных масштабах обуславливают необходимость дальнейшего всестороннего исследования химического состава и фармакологической активности как хорошо, так и мало изученных видов ив, произрастающих в различных регионах нашей страны.

### Библиографический список

1. Бонцевич А.И. Фитохимическое исследование коры ивы остролистной: Автореф. дис. канд. фармацевт. наук. – Самара, 2007. – 25 с.
2. Хитева О.О. Изучение некоторых видов ивы, произрастающих на Северном Кавказе: Автореф. дис. канд. фармацевт. наук. – Пятигорск, 2012. – 24 с.
3. Ива белая *Salix alba* L. (Аналитический обзор) // Б.М. Зюзук, Р.В. Куцик, А.Т. Недоступ и др. / Провизор. – 2005. – № 15, 16, 17. – С. 16–18; 27–29; 31–36.
4. Nyman, T. Chemical variation within and among six northern willow species / T. Ny-

a theoretic possibility of a large scale gathering of *Salix* raw materials in our country to produce Russian medicinal drugs.

### Conclusions

Currently we know that phenolic glycosides, flavonoids, tannins, and phenolic acids are principal active substances of the studied *Salix* species. Each of these compound groups exhibits its certain pharmacological effect.

Rich chemical composition is characteristic not only for a cortex of *Salix* (traditionally used raw materials) but also for leaves, inflorescences, and sprouts.

Recent years, active investigations for *Salix* sprouts have been carried out not only abroad, but in Russia and Ukraine as well. The use of these raw materials is economically attractive, because it allows significant broadening of raw materials base. And the harmful effect for a plant while gathering is less comparing with traditional raw materials (cortex).

A great diversity of *Salix* species, which grow in Russia, and possibility of their industrial scale cultivation conduces the necessity for further comprehensive investigations for chemical composition and pharmacological activity of well-studied and understudied *Salix* species, which grow in different regions of Russia.

### References

1. Bontsevich A.I. Fitokhimicheskoe issledovanie kory ivy ostrolistnoi: Avtoref. dis. kand. farmats. nauk. [Phytochemical investigation for the cortex of *Salix acutifolia*: Author abstract for a thesis of Candidate of Pharmaceutical Sciences], Samara, 2007, p. 25.
2. Khideva O.O. Izuchenie nekotorykh vidov ivy, proizrastaiushchikh na Severnom Kavkaze: Avtoref. dis. kand. farmats. nauk. [Investigation for some species of *Salix*, growing in the North Caucasus: Author abstract for a thesis of Candidate of Pharmaceutical Sciences]. Pyatigorsk, 2012. p. 24.
3. Zuzuk B.M., Kutsik R.V., Nedostup A.T. et al. Iva belaiia *Salix alba* L. (Analiticheskii obzor) [*Salix alba* L. (Analytic review)]. Provizor

- man, R. Julkunen-Tiitto // *Phytochemistry*. – 2005. – Vol. 24. – P. 2836–2843.
5. Петрук А.А. Сезонная динамика содержания дубильных веществ в листьях и соцветиях некоторых видов рода *Salix* (Salicaceae) при интродукции // *Химия растит. сырья*. – 2012. – № 2. – С. 135–138.
  6. Насонов Е.Л. Применение нестероидных противовоспалительных препаратов и ингибиторов циклооксигеназы-2 в начале XXI века // *Рос. мед. журн.* – 2003. – Т. 11, №7. – С. 375–379.
  7. Петрук А.А. Содержание салицина в листьях и соцветиях некоторых видов рода *Salix* (Salicaceae) // *Вестник ТГУ*. – 2013. – Т. 18, вып. 3. – С. 825–826.
  8. Коптина, А.В. Использование коры *Salix acutifolia* (Salicaceae) для получения салицилатов / А.В. Коптина, А.И. Шургин, А.В. Канарский // *Раст.ресурсы*. – 2010. – Вып.1. – С. 67–71.
  9. Willow bark [monograph]: European Pharmacopoeia. – 5 ed. – Strasbourg, 2005. – P.2702.
  10. Skulachev V.P. A Possible Role of Reactive Oxygen Species in Antiviral Defense // *Biochemistry*. – 1998. – Vol. 63, № 12. – P. 1438–1440.
  11. Thieme H. Die Phenolglycoside der Salicaceen 5. Mitt. Untersuchungenuber die Glycosidspectren und den Glycosidgehalt der mitteleutschenSalixarten // *Pharmazie*. – 1965. – № 9. – S. 570.
  12. Julkunen-Tiitto R. Phenolic constituents of *Salix*: A chemotaxonomic survey of further Finnish species // *Phytochemistry*. – 1989. – Vol. 8. – P. 2115–2125.
  13. Компанцев В.А. Химическое изучение фенольных гликозидов некоторых видов ив Северного Кавказа: Автореф. дис. канд. фармац.наук. – Пятигорск, 1970. – 24 с.
  14. Компанцев В.А. Разработка лечебных, профилактических средств на основе полифенолов и полисахаридов: Автореф. дис. д-ра фармац. наук. – Пятигорск, 1993. – 48 с.
  15. Насудари А. А. Материалы к исследованию некоторых видов ивы из флоры Азербайджана: Автореф. дис. канд. фармац. наук. – Баку, 1966. – 19 с.
  - [Pharmacist], 2005, no.15, 16, 17. pp. 16-18; 27-29; 31-36.
  4. Nyman T., Julkunen-Tiitto R. Chemical variation within and among six northern willow species. *Phytochemistry*, 2005, vol. 24, pp. 2836-2843.
  5. Petruk A. A. Sezonnaia dinamika sodержaniia dubil'nykh veshchestv v list'iakh i sotsvetiakh nekotorykh vidov roda *Salix* (Salicaceae) pri introduktsii [Seasonal dynamics of tannins content in leaves and inflorescences of some species of *Salix* genus (Salicaceae) in introduction]. *Khimiia rastit.syr'ia* [Chemistry of plant raw materials], 2012, no. 2, pp. 135-138.
  6. Nasonov E.L. Primenenie nesteroidnykh protivovospalitel'nykh preparatov i ingibitorov tsiklooksigenazy-2 v nachale XXI veka [Application of non-steroid anti-inflammatory drugs and inhibitors of cyclooxygenase-2 at the beginning of XXI century]. *Ros.med.zhurn* [Russian Medicinal Journal], 2003, vol. 11, no.7, p. 375 -379.
  7. Petruk A.A. Soderzhanie salitsina v list'iakh i sotsvetiakh nekotorykh vidov roda *Salix* (Salicaceae) [Content of salicin in leaves and inflorescences of some *Salix* species (Salicaceae)]. *Vestnik TGU* [Reporter of TSU], 2013, vol.18, is. 3, pp.825-826.
  8. Koptina A.V., Shurgin A.I., Kanarskii A.V. Ispol'zovanie kory *Salixacutifolia* (Salicaceae) dlia polucheniia salitsilatov [The use of *Salix acutifolia* (Salicaceae) cortex to obtain salicylates]. *Rast.resursy* [Plant resources], 2010, vol.1, pp.67-71.
  9. Willow bark [monograph]: European Pharmacopoeia. 5th ed. Strasbourg, 2005. p. 2702.
  10. Skulachev V.P. A Possible Role of Reactive Oxygen Species in Antiviral Defense. *Biochemistry*, 1998, vol.63, no.12, pp.1438-1440.
  11. Thieme H. Die Phenolglycoside der Salicaceen 5. Mitt. Untersuchungenuber die Glycosidspectren und den Glycosidgehalt der mitteleutschen Salixarten. *Pharmazie*, 1965, no. 9, pp.570.
  12. Julkunen-Tiitto R. Phenolic constituents of *Salix*: A chemotaxonomic survey of further Finnish species. *Phytochemistry*, 1989, vol.8, pp. 2115-2125.
  13. Kompantsev V.A. Khimicheskoe izuchenie fenol'nykh glikozidov nekotorykh vidov iv Severnogo Kavkaza: Avtoref. dis. kand. farmats.nauk. [Chemical investigation for phenolic glycosides of some *Salix* species of the North Caucasus: Author abstract for a thesis of Candidate of Pharmaceutical Sciences]. Pyatigorsk, 1970, p. 24.
  14. Kompantsev V.A. Razrabotka lechebnykh, profilakticheskikh sredstv na osnove polifenolov i polisakharidov: Avtoref. dis. d-ra farmats. nauk. [Development of treatment, preventive agents on the basis of polyphenols and polysaccharides: Author abstract for a thesis of Candidate of Pharmaceutical Sciences]. Pyatigorsk, 1993, p. 48.
  15. Nasudari A. A. Materialy k issledovaniuu nekotorykh vidov ivy iz flory Azerbaidzhana: Avtoref.

16. Флавоноиды эфирных фракций листьев видов *Salix L.* / В.Л. Шелюто и др. // Раст. ресурсы. – 1987. – Вып.4. – С. 590–597.
17. Титова И.Н. Определение фармакологической активности фитопрепаратов, содержащих фенилпропаноиды: Автореф. дис. канд. мед. наук. – Самара, 2004. – 24 с.
18. Phenolic Glycosides from the Twigs of *Salix glandulosa* / Chung Sub Kim, Oh Wook Kwon, Sun Ye ou Kim et al. // J. Nat. Prod. – 2014. – Vol. 77 (8). – P. 1955–1961.
19. Оболенцева Г.В. Фармакологическое исследование противоязвенного действия некоторых флавоноидов: Автореф. дис. канд. мед. наук. – Харьков, 1964. – 23 с.
20. Петрук А.А. Изучение состава флавоноидов у *Salix alba* и *Salix alba* var *Vitellina* методом ВЭЖХ // Химия раст. сырья. – 2012. – №2. – С.151–154.
21. Петрук А.А. Фенольные соединения некоторых представителей рода *Salix* (Salicaceae) Азиатской России // Химия раст. сырья. – 2011. – №4. – С. 181–185.
22. Кузьмичева, Н.А. Содержание флавоноидов в соцветиях, листьях и коре ивы козьей / Н.А. Кузьмичева, А.Ю. Кислая // Лекарственные растения: фундаментальные и прикладные проблемы: материалы I Междунар. науч. конф. 21–22 мая 2013 г. / Новосибир. гос. аграр. ун-т. – Новосибирск: Изд-во НГАУ, 2013. – С. 184–186.
23. Carlini E.A. Plants and the central nervous system // Pharmacology Biochemistry and Behavior. – 2003. – Vol. 75, № 3. – P. 501–512.
24. Кадацкая Д.Н. Нейротропная активность фитопрепаратов, содержащая флавоноиды: Автореф. дис. канд. мед. наук. – Самара, 2005. – 24 с.
25. Браславский В.Б. Комплексное фармакогностическое и физико-химическое исследование флавоноидов и фенилпропаноидов представителей семейства ивовых (Salicaceae): Автореф. дис. д-ра фармацевт. наук. – Самара, 2012. – 48 с.
26. Панин В.П. К механизму влияния фитопрепаратов ивы остролистной на клубоч- dis. kand. farmats. nauk. [Materials for investigation for some *Salix* species from Azerbaijan flora: Author abstract for a thesis of Candidate of Pharmaceutical Sciences]. Baku, 1966, p.19.
16. Sheliuto V.L. et al. Flavonoidy efirnykh fraktsii list'ev vidov *Salix L.* [Flavonoids of ether fractions of leaves of *Salix L.* species]. Rast.resursy [Plant resources], 1987, is.4. pp. 590-597.
17. Titova I.N. Opredelenie farmakologicheskoi aktivnosti fitopreparatov, soderzhashchikh fenilpropanoidy: Avtoref. dis. kand. med.nauk. [Determination of pharmacological activity of phytodrugs with fenilpropanoids: Author abstract for a thesis of Candidate of Medical Sciences]. Samara, 2004, p.24.
18. Chung Sub Kim, Oh Wook Kwon, Sun Ye ou Kim et al. Phenolic Glycosides from the Twigs of *Salix glandulosa*. J. Nat. Prod., 2014., vol. 77 (8), pp.1955–1961.
19. Obolentseva G.V. Farmakologicheskoe issledovanie protivoyazvennogo deistviia nekotorykh flavonoidov: Avtoref. dis. kand. med. nauk. [Pharmacological investigation of antiulcer action of some flavonoids: Author abstract for a thesis of Candidate of Medical Sciences]. Khar'kov, 1964, p.23.
20. Petruk A.A. Izuchenie sostava flavonoidov u *Salix alba* i *Salix alba* var *Vitellina* metodom VEZhKh [Study for composition of flavonoids in *Salix alba* and *Salix alba* var *Vitellina* using HPLC]. Khimiia rast. syr'ia. [Chemistry of plant raw materials], 2012, no. 2, pp.151-154.
21. Petruk A.A. Fenol'nye soedineniia nekotorykh predstavitelei roda *Salix* (Salicaceae) Aziatskoi Rossii [Phenolic compounds of some representatives of *Salix* genus (Salicaceae) of Asian Russia]. Khimiia rast. syr'ia. [Chemistry of Plant Raw materials], 2011, no.4, pp.181-185.
22. Kuzmicheva, N.A., Kislaiia A.Iu. Soderzhanie flavonoidov v sotsvetiakh, list'iakh i kore ivy koz'ei [Content of flavonoids in inflorescences, leaves, and cortex of *Salix caprea*]. Lekarstvennye rasteniia: fundamental'nye i prikladnye problemy: materialy I Mezhdunar. nauch. konf. 21—22 maia 2013 g. Novosib. gos. agrar. un-t. [Medicinal plants: fundamental and applied problems: materials of the I international scientific conference 21-21 May 2013 in Novosibirsk State Agrarian University]. Novosibirsk: NSAU Publishing office, 2013, pp.184-186.
23. Carlini E.A. Plants and the central nervous system. Pharmacology Biochemistry and Behavior, 2003, vol. 75, no. 3, pp. 501-512.
24. Kadatskaia D.N. Neirotropnaia aktivnost' fitopreparatov, soderzhashchikh flavonoidy: Avtoref. dis. kand. med.nauk. [Neurotropic activity of phytodrugs with flavonoids: Author abstract for a thesis of Candidate of Medical Sciences] Samara, 2005, p.24.
25. Braslavskii V.B. Kompleksnoe farmakognosticheskoe i fiziko-khimicheskoe issledovanie flavonoidov i fenilpropanoidov predstavitelei



- ково-канальцевый аппарат почек // Аспирантский вестник Поволжья. – 2011. – № 1–2. – С. 204–209.
27. Петрук А.А. Сезонная динамика изменения содержания флавоноидов и дубильных веществ в листьях и соцветиях *Salix alba* (Salicaceae) // Растительный мир Азиатской России. – 2012. – № 1 (9). – С. 72–76.
  28. Кузьмичева, Н.А. Взаимосвязь размеров листьев ивы прутьевидной и содержания в них флавоноидов с положением листа на побеге / Н.А.Кузьмичева; под ред. Н.В. Загоскина // Фенольные соединения: фундаментальные и прикладные аспекты: сб. материалов IX Междунар. симпозиума 20–25 апреля 2015 г. – М.: ИФР РАН, 2015. – С. 329–332.
  29. Коркина В.Н. Танидоносность некоторых видов ивы и чозении толокнянколистной // Растительные ресурсы. – 1970. – Вып. 2. – С. 255–261.
  30. Jeffers M.D. Tannins as anti-inflammatory agents // Faculty of Miami University in partial fulfillment of the requirements for the degree of Masters of Science. – Miami: University Oxford, Ohio, 2006. – P. 1–11.
  31. Петрук А.А. Содержание дубильных веществ в листьях некоторых представителей рода *Salix* (Salicaceae) Азиатской России // Лекарственные растения: фундаментальные и прикладные проблемы: материалы I Междунар. науч. конф. 21–22 мая 2013 г. / Новосиб. гос. аграр. ун-т. – Новосибирск: Изд-во НГАУ, 2013. – С. 218–220.
  32. Ikonen, A. Chlorogenic acid as an antiherbivoredefence of willow against leaf beetles / A. Ikonen, J. Tahvanainen, H. Roininen // *Entomologia Experimentalis et Applicata*. – 2003. – Vol. 1. – P. 47–54.
  33. Петрук И. Определение содержания салициловой кислоты в коре и ветках ивы электрохимическим методом // Физиология растений. – 2007. – № 4. – С. 623–628.
  34. Назарова, Л.Е. Активность кислоты феруловой в условиях цитотоксического повреждения / Л.Е. Назарова, М.А. семеиства ивовых (Salicaceae): Avtoref. dis. d-ra farmats. nauk. [Complex pharmacological and physical and chemical study of flavonoids and fenilpropanoids of representatives of Salicaceae family: Author abstract for a thesis of Candidate of Pharmaceutical Sciences]. Samara, 2012, p. 48.
  26. Panin V.P. K mekhanizmu vlianiia fitopreparatov ivy ostrolistnoi na klubochkovo-kanal'tsevyi apparat pochek [To the mechanism of *Salix acutifolia* phytodrugs influence on the tubuloglomerular apparatus of kidneys]. *Aspirantskii vestnik Povolzh'ia* [Postgraduate reported of Volga region], 2011, no. 1-2, pp.204-209.
  27. Petruk A.A. Sezonnaia dinamika izmeneniia soderzhaniia flavonoidov i dubil'nykh veshchestv v list'iakh i sotsvetiakh Salix alba (Salicaceae) [Seasonal dynamics of flavonoids and tannins content changes in leaves and inflorescences of *Salix alba* (Salicaceae)]. *Rastitel'nyi mir Aziatskoi Rossii* [Flora of Asian Russia], 2012, no. 1(9), pp. 72–76.
  28. Kuzmicheva, N.A. Vzaimosviaz' razmerov list'ev ivy prut'evidnoi i soderzhaniia v nikh flavonoidov s polozheniem lista na pobege pod red. N.V. Zagoskina [Interconnection of sizes of *Salix viminalis* leaves and content of their flavonoids with leaf position on sprout. Under edition of N.V. Zagoskin]. *Fenol'nye soedineniia: fundamental'nye i prikladnye aspekty: sb. materialov IX Mezhdunar. simpoziuma 20-25 apreliia 2015 g.* [Phenolic compounds: fundamental and applied aspects: collected materials of IX international conference 20-25 April 2015], Moscow, IFR RAN, 2015, pp.329-332.
  29. Korkina V.N. Tanidonosnost' nekotorykh vidov ivy i chozenii tolokniankolistnoi [Tannin content of some *Salix* species and *Chosenia*]. *Rastitel'nye resursy* [Plant resources], 1970, is.2, pp.255-261.
  30. Jeffers M.D. Tannins as anti-inflammatory agents. Faculty of Miami University in partial fulfillment of the requirements for the degree of Masters of Science. Miami: University Oxford, Ohio, 2006, pp.1-11.
  31. Petruk A.A. Soderzhanie dubil'nykh veshchestv v list'iakh nekotorykh predstavitelei roda *Salix* (Salicaceae) Aziatskoi Rossii [Content of tannins in leaves of some representatives of *Salix* genus (Salicaceae) of Asian Russia]. *Lekarstvennye rasteniia: fundamental'nye i prikladnye problemy: materialy I Mezhdunar. nauch. konf. 21–22 maia 2013 g.* Novosib. gos. agrar. un-t. [Medicinal plants: fundamental and applied problems: materials of I international scientific conference on 21-22 May 2013, Novosibirsk State Agrarian University]. Novosibirsk, NSAU publishing office, 2013, pp. 218-220.
  32. Ikonen, A., Tahvanainen J., Roininen H. Chlorogenic acid as an antiherbivoredefence of willow against leaf beetles. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 2003, vol. 1, pp. 47-54.



- Оганова, И.Л. Абисалова. – Пятигорск: РИА-КМВ, 2010. – 115 с.
35. Чуклин Р.Е. Влияние кофейной кислоты на сердечно-сосудистую систему в эксперименте: Автореф. канд. мед. наук. – Курск, 2012. – 24 с.
  36. Сычев, И.А. Биологическая активность растительных полисахаридов [Электронный ресурс] / И.А. Сычев, О.В. Калинкина, Е.А. Лаксаева // Российский медико-биологический вестник им. акад. И.П. Павлова. – 2009. – Вып. 4. – Режим доступа: <http://www.vestnik.rzgm.ru/biologicheskaya-aktivnost-rastitelnykh-polisaxaridov>.
  37. Karacsonyi, S. Isolation and structural characteristics of neutral polysaccharides from White Willow (*Salix alba* L.) / S. Karacsonyi, M. Pasteka // Collection Czechoslov. Chem. Commun. – 1975. – Vol. 40. – P. 1240.
  38. Фаррахов Р.Ю. Комплексное использование водоохранно-защитных лесных насаждений (на примере видов рода *Salix* L.): Автореф. дис. канд. биол. наук. – Тольятти, 2004. – 19 с.
  39. Орлов Д.С. Микроэлементы в почвах и живых организмах // Соросовский образовательный журнал. – 1998. – № 1. – С. 61–68.
  40. Дейнеко, И.П. Химический состав отдельных элементов ствола ивы пятичичиной (*Salix pentandra* L.) / И.П. Дейнеко, Н.М. Фаустова, И.В. Дейнеко // Проблемы химической переработки древесного сырья: сб. тр. – СПб., 2000. – С. 104–108.
  41. Химическое изучение побегов ивы пурпурной (*Salix purpurea* L.) и определение противовоспалительной активности их водного извлечения / О.О. Фролова, О.И. Шевченко, Е.В. Компанцева и др. / Современные проблемы науки и образования. – 2012. – № 6. – Режим доступа: <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=8066> (дата обращения: 13.03.2016).
  42. Содержание дубильных веществ в побегах ивы трехчичиной (*Salix triandra* L.), произрастающей на Северном Кав-  
 33. Petrek I. Opređenje soderzhaniia salitsilovoi kisloty v kore i vetkakh ivy elektrokhimicheskim metodom [Determination of content of salicylic acid in a cortex and branches of *Salix* by using electrochemical method]. *Fiziologiya rastenii* [Physiology of plants], 2007, no. 4, pp. 623-628.
  34. Nazarova L.E., Oganova M.A., Abisalova I.L. Aktivnost' kisloty ferulovoi v usloviakh tsitotoksicheskogo povrezhdeniia [Activity of ferulic acid in conditions of cytotoxic damage]. Pyatigorsk: RIA na KMV [Edition and publishing agency in CMW], 2010, p.115.
  35. Chuklin R.E. Vliianie kofeinoi kisloty na serdechno-sosudistuiu sistemu v eksperimente: Avtoref. kand. med. nauk. [Influence of caffeic acid on cardiovascular system in experiment: Author abstract for a thesis of Candidate of Medical Sciences], Kursk, 2012, p.24.
  36. Sychev, I.A., Kalinkina O.V., Laksaeva E.A. Biologicheskaiia aktivnost' rastitel'nykh polisaxaridov [Electronic resource] [Biological activity of plant polysaccharides]. Rossiiskii mediko-biologicheskii vestnik im. akad. I.P.Pavlova [I.P. Pavlov Russian medical and biological reporter], 2009, vol. 4, Access mode: <http://www.vestnik.rzgm.ru/biologicheskaya-aktivnost-rastitelnykh-polisaxaridov>.
  37. Karacsonyi S., Pasteka M. Isolation and structural characteristics of neutral polysaccharides from White Willow (*Salix alba* L.). Collection Czechoslov.Chem.Commun., 1975, vol. 40, pp.1240.
  38. Farrakhov R.Iu. Kompleksnoe ispol'zovanie vodookhranno-zashchitnykh lesnykh nasazhdenii (na primere vidov roda *Salix* L.): Avtoref. dis. kand. biol. nauk. [Complex use of water-protective planted woods (on the example of *Salix* L. genus species: Author abstract for a thesis of Candidate of Biological Sciences), Tolyatti, 2004, p.19.
  39. Orlov D.S. Mikroelementy v pochvakh i zhivykh organizmakh [Microelements in soils and living organisms]. Sorosovskii obrazovatel'nyi zhurnal [Sorosov review journal], 1998, no. 1, pp. 61-68.
  40. Deineko I.P., Faustova N.M., Deineko I.V. Khimicheskii sostav otdel'nykh elementov stvola ivy piatichinkovoi (*Salix pentandra* L.) [Chemical composition of certain elements of a stalk of *Salix pentandra* L.]. Problemy khimicheskoi pererabotki drevesnogo syr'ia: sb. tr. [Problems of chemical processing of wood raw materials: collected papers], Saint Petersburg, 2000, pp. 104-108.
  41. Frolova O.O., Shevchenko O.Y., Kompantseva E.V. et al. Khimicheskoe izuchenie pobegov ivy purpurnoi (*Salix purpurea* L.) i opredelenie protivovospalitel'noi aktivnosti ikh vodnogo izvlecheniia [Chemical investigation for the sprouts of *Salix purpurea* L. and determination of anti-inflammatory activity of their water ex-

- казе / Е.Г. Санникова, Е.В. Компанцева, О.И. Попова и др. / Вопросы биологической, мед. и фармацевт. химии. – 2014. – №12. – С. 65–66.
43. Изучение фенолкарбоновых кислот побегов ивы трехтычинковой, произрастающей на Северном Кавказе / Е.Г. Санникова, О.И. Попова, Е.В. Компанцева и др. // Фармация и фармакология. – 2015. – №2. – С. 13-17. DOI: [http://dx.doi.org/10.19163/2307-9266-2015-3-2\(9\)-13-17](http://dx.doi.org/10.19163/2307-9266-2015-3-2(9)-13-17)
  44. Санникова Е.Г., Сергеева Е.О., Саджая Л.А., Кузнецова Л.С., Компанцева Е.В., Фролова О.О. Фармако-технологические исследования порошка ивы трехтычинковой побегов // Современные проблемы науки и образования. 2015. № 5.; URL: <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=22354> (дата обращения: 17.03.2016).
  45. Бородина, Н.В. Сравнительный анализ фенольных соединений побегов *S. caprea* L., *S. purpurea* L., *S. viminalis* L. флоры Украины / Н.В. Бородина, В.Н. Ковалев; под ред. Н.В. Загоскиной // Фенольные соединения: фундаментальные и прикладные аспекты: сб. материалов IX Междунар. симпозиума 20–25 апреля 2015 г. – М.: ИФР РАН, 2015. – С. 27–33.
  46. Бородина, Н.В. Сравнительный анализ аминокислотного состава побегов *Salix purpurea* L., *Salix viminalis* L., *Salix fragilis* L. // Н.В. Бородина, В.Н. Ковалев, О.Н. Кошевой / Вестник Южно-Казахстанской государственной фармацевтической академии. – Казахстан, 2014. – Т. 4, №3 (68). – С. 53–55.
  47. Бородина, Н.В. Анализ аминокислотного состав побегов *Salix alba* L. / Н.В. Бородина, В.Н. Ковалев, А.А. Стремоухов // МНО “Inter-Medical”. – 2014. – № 4. – С. 68–71.
  48. Borodina, N.V. Elemental composition of *Salix caprea* L. / N.V. Borodina, E.V. Borova // Topical issues of new drugs development: abstracts of International Scientific and Practical Conference of Young Scientists and Student (April 23, 2015). – Kh.: Publishing Office NUPh, 2015. – P. 62.
  49. Попова, О.И. Использование и охрана ресурсов лекарственных растений на Северном Кавказе [Contemporary problems of natural sciences], 2012, no. 6. Access mode: <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=8066> (reference date: 13.03.2016).
  42. Sannikova E.G. Kompantseva E.V., Popova O.I., et al. Soderzhanie dubil'nykh veshchestv v pobegakh ivy trekhtychinkovoi (*Salix triandra* L.), proizrastaiushchei na Severnom Kavkaze [Content of tannins in the sprouts of *Salix triandra* L., growing in the North Caucasus]. Voprosy biologicheskoi, med. i farmatsevt. Khimii [Issues of biological, medical, and pharmaceutical chemistry], 2014, no.12, pp.65-66.
  43. Sannikova E.G., Popova O.I., Kompantseva E.V. et al. Izuchenie fenolkarbonovykh kislot pobegov ivy trekhtychinkovoi, proizrastaiushchei na Severnom Kavkaze [Investigation of phenolcarbonic acids of the sprouts of *Salix triandra* L. in the North Caucasus]. Farmatsiia i farmakologiya [Pharmacy and pharmacology], 2015, no. 3, pp.13-17.
  44. Sannikova E.G., Sergeeva E.O., Sadzhaia L.A., Kuznetsova L.S., Kompantseva E.V., Frolova O.O. Farmakotekhnologicheskie issledovaniia poroshka ivy trekhtychinkovoi pobegov [Pharmacological investigation of the powder of sprouts of *Salix triandra* L.]. Sovremennye problemy nauki i obrazovaniia [Contemporary problems of science and education], 2015, no. 5; URL: <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=22354> (reference date: 17.03.2016).
  45. Borodina, N.V., Kovalev V.N. Sravnitel'nyi analiz fenol'nykh soedinenii pobegov *S. caprea* L., *S. purpurea* L., *S. viminalis* L. flory Ukrainy, pod red. N.V.Zagoskinoi [Comparative analysis of phenolic compounds of the sprouts of *S. caprea* L., *S. purpurea* L., *S. viminalis* L. of Ukrainian flora; under edition of N.V. Zagoskina]. Fenol'nye soedineniia: fundamental'nye i prikladnye aspekty: sb. materialov IX Mezhdunar. simpoziuma 20-25 aprelia 2015 g. [Phenolic compounds: fundamental and applied aspects: collected materials of IX international conference on 20-25 May 2015], Moscow, IFR RAN, 2015, pp. 27-33.
  46. Borodina N.V., Kovalev V.N., Koshevoi O.N. Sravnitel'nyi analiz aminokislotnogo sostava pobegov *Salix purpurea* L., *Salix viminalis* L., *Salix fragilis* L. [Comparative analysis of amino acid composition of sprouts of *Salix purpurea* L., *Salix viminalis* L., *Salix fragilis* L.]. Vestnik Iuzhno-Kazakhstanskoi gosudarstvennoi farmatsevticheskoi akademii [Reporter of South Kazakhstan State Pharmaceutical Academy], Kazakhstan, 2014, vol. 4, no. 3 (68), pp.53-55.
  47. Borodina N.V., Kovalev V.N., Stremoukhov A.A. Analiz aminokislotnogo sostav pobegov *Salix alba* L. [Analysis of amino acid composition of sprouts of *Salix alba* L.]. MHO “Inter-Medical”, 2014, no.4, pp.68-71.

- верном Кавказе / О.И. Попова, Д.А. Коновалов, И.В. Попов // Фармация. – 2013. – №7. – С. 3–6.
50. Валягина-Малютина Е.Т. Ивы европейской части России: иллюстр. пособие для работников лесного хозяйства. – М.: Тов-во науч. изд-во КМК, 2004. – 217 с.
48. Borodina N.V., Borova E.B. Elemental composition of *Salix caprea* L. Topical issues of new drugs development: abstracts of International Scientific and Practical Conference Of Young Scientists and Student (April 23, 2015). – Kh.: Publishing Office NUPh, 2015, pp.62.
49. Popova O.I., Konovalov D.A., Popov I.V. Ispol'zovanie i okhrana resursov lekarstvennykh rastenii na Severnom Kavkaze [The use and protection of resources of medicinal plants in the North Caucasus], Farmatsiia [Pharmacy], 2013, no. 7, pp. 3-6.
50. Valiagina-Maliutina E.T. Ivy evropeiskoi chasti Rossii: illiustr. posobie dlia rabotnikov lesnogo khoziaistva [Salix species of European Russia. Illustrated aids for forestry workers], Moscow, Tov-vo nauch. izd-vo KMK [KMK Scientific Publishing office], 2004, pp. 217.

\* \* \*

\* \* \*

*Фролова Ольга Олеговна – кандидат фармацевтических наук, ведущий специалист отдела аспирантуры и докторантуры Пятигорского медико-фармацевтического института – филиала ГБОУ ВПО ВолгГМУ Минздрава России. Область научных интересов: фармацевтический анализ биологически активных веществ в лекарственном растительном сырье. E-mail: oxifarm@mail.ru*

*Компанцева Евгения Владимировна – доктор фармацевтических наук, профессор кафедры фармацевтической и токсикологической химии Пятигорского медико-фармацевтического института – филиала ГБОУ ВПО ВолгГМУ Минздрава России. Область научных интересов: фармацевтический анализ синтетических лекарственных веществ и биологически активных веществ в лекарственном растительном сырье, стандартизация лекарственных средств. E-mail: dskompanceva@mail.ru*

*Дементьева Татьяна Михайловна – старший преподаватель кафедры фармацевтической и аналитической химии Дальневосточного государственного медицинского университета. Область научных интересов: фармацевтический анализ биологически активных веществ в лекарственном растительном сырье. E-mail: tmdementeva@mail.ru*

*Frolova Olga Olegovna – Candidate of Pharmaceutical Sciences, Pyatigorsk Medical and Pharmaceutical Institute – branch of Volgograd State Medical University of the Ministry of Health of Russia. Leading expert of the Postgraduate Studies Department. Area of expertise: pharmaceutical analysis of biologically active substances in medicinal plants raw materials. E-mail: oxifarm@mail.ru*

*Kompanseva Evgeniya Vladimirovna – Doctor of Pharmaceutical Sciences, Professor, Pyatigorsk Medical and Pharmaceutical Institute – branch of Volgograd State Medical University of the Ministry of Health of Russia. Professor at the Chair of Pharmaceutical and Toxicological Chemistry. Area of expertise: pharmaceutical analysis of synthetic medicinal substances and biologically active substances in medicinal plant raw materials, standardization of drugs. E-mail: dskompanceva@mail.ru*

*Dementieva Tatiyana Mikhaylovna – Far Eastern State Medical University of the Ministry of Health of Russia, Senior lecturer at the Chair of Pharmaceutical and Analytic Chemistry. Area of expertise: pharmaceutical analysis of biologically active substances in medicinal plants raw materials. E-mail: tmdementeva@mail.ru*