

Исмаилова Гулзира Орынбаевна, Каримова Шоира Фатхуллаевна, Зиямутдинова Зухра Каюмовна, Баходирова Мадина Олимхоновна

РАСПРОСТРАНЕННЫЕ ПРИРОДНЫЕ ХАЛКОНЫ

В обзорной статье обобщены и систематизированы литературные данные последних годов, а также результаты исследований авторов в области флавоноидов лекарственных растений. Приведены наиболее распространённые природные халконы, их номенклатура, классификация, механизм образования и биологические свойства. Библиография включает девяносто одно наименование.

Адрес статьи: www.gramota.net/materials/1/2016/10/9.html

Статья опубликована в авторской редакции и отражает точку зрения автора(ов) по рассматриваемому вопросу.

Источник

Альманах современной науки и образования

Тамбов: Грамота, 2016. № 10 (112). С. 36-45. ISSN 1993-5552.

Адрес журнала: www.gramota.net/editions/1.html

Содержание данного номера журнала: www.gramota.net/materials/1/2016/10/

© Издательство "Грамота"

Информация о возможности публикации статей в журнале размещена на Интернет сайте издательства: www.gramota.net

Вопросы, связанные с публикациями научных материалов, редакция просит направлять на адрес: almanac@gramota.net

УДК 547.814.5

Химические науки

В обзорной статье обобщены и систематизированы литературные данные последних годов, а также результаты исследований авторов в области флавоноидов лекарственных растений. Приведены наиболее распространённые природные халконы, их номенклатура, классификация, механизм образования и биологические свойства. Библиография включает девяносто одно наименование.

Ключевые слова и фразы: природные халконы; производные; номенклатура; классификация; биогенез; лекарственные растения; биологическая активность.

Исмаилова Гулзира Орынбаевна, к. хим. н., доцент

Каримова Шоира Фатхуллаевна, к. биол. н., доцент

Зиямутдинова Зухра Каюмовна, к. биол. н., доцент

Баходирова Мадина Олимхоновна

Ташкентский педиатрический медицинский институт, Республика Узбекистан

ismailova.gulzira@mail.ru

РАСПРОСТРАНЕННЫЕ ПРИРОДНЫЕ ХАЛКОНЫ**Введение**

Халконы, рассматриваемые как флавоноиды с раскрытым пирановым кольцом, широко представлены в растительном мире, но лишь в последние годы данная группа соединений стала предметом пристального внимания исследователей в поиске перспективных биологически активных соединений и создании на их основе эффективных лекарственных средств. С 60-х годов прошлого столетия особенно тщательным исследованиям подвергались разнообразные производные 2'-гидрокси-β-фенилакрилофенона. Интерес к исследованию этих соединений углубляется тем, что они обладают некоторым бактериостатическим действием.

Сравнительно недавно выявлены противоопухолевые [55], антимикробные, антифунгальные, антиинфламаторные [15; 31], антиплазматические [68], антитуберкулезные [2; 17], эстрогенные и антиоксидантные [13; 23], цитотоксические [86], антипролиферативные [4] свойства халконов и их производных, содержащихся в *Angelica keiskei* (Umbelliferae) [55], *Beilschmiedia tovarensis* (Lauraceae), *Derris sericea* (Papilionaceae), *Helichrysum athrixifolium*, *Lonchocarpus muehlbergianus*, *Lonchocarpus sericea*, *Millettia erythrocalyx* (Leguminosae) [31], *Piper hostmannianum* var. *berbicense* (Piperaceae) [68], *Cartamus tinctoria* [23], *Artocarpus altilis* [86].

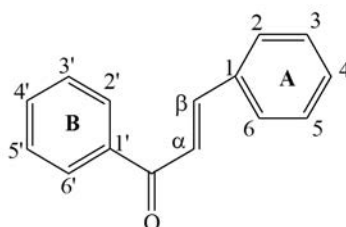
Большинство представителей этой группы соединений встречаются во всех органах растений в виде агликонов и гликозидов и отличаются числом заместителей в кольце В. Так, например, часто встречающийся в семействе сложноцветных халкон бутеин находится в виде 4-гликозида кореопсина в *Coreopsis gigantea*, халконарингенин – в виде 2-гликозида изосалипурпозиды в *Salix purpurea* [1; 5]. К настоящему времени известно более 200 различных агликанов халконовой природы. Довольно часто в растениях встречаются ди-гидрохалконы, у которых трёхуглеродный фрагмент имеет восстановленную двойную связь. Они известны исключительно в гликозидированной форме, а также метокси- и пиранопроизводных. Так, в некоторых видах яблони содержится гликозид флоридзин (2'-глюкозид, 4', 2', 4, 6-тетраоксидигидрохалкон), вызывающий у человека интенсивное выведение глюкозы из организма (флоридзиновый диабет), сиболдин (3-оксифлоретин-4'-гликозид), азебогенин в виде 2'-гликозида азеботина [5]. Считается, что халконы – предшественники различных групп флавоноидных соединений при биосинтезе.

Многочисленные данные литературы, а также результаты наших исследований в области флавоноидов свидетельствуют о том, что создание эффективных лекарственных средств возможно лишь на основе глубокого изучения химического состава растительного сырья, совокупной значимости флавоноидов и проявления фармакологических свойств.

Наша цель – обобщить и систематизировать данные литературы начала XXI века, результаты собственных исследований в области природных халконов для разработки новых подходов к решению задачи повышения биологической активности этого класса.

Номенклатура, классификация и биогенез халконов

Нумерация халконов производится следующим образом:



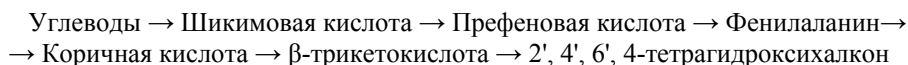
Отмечена целесообразность использования унифицированной нумерации углеродных атомов халконов, позволяющей четко выделять кето-группу (C=O) и этановый фрагмент (C- α , C- β) и при этом видеть особенности строения различных групп халконовых соединений. Указанный подход особенно актуален при интерпретации и сравнительном анализе спектральных данных при проведении структурных исследований с помощью ¹H-ЯМР-спектроскопии, масс-спектроскопии и других методов [6-9; 37].

По общепринятой классификации халконы подразделяются на следующие группы:

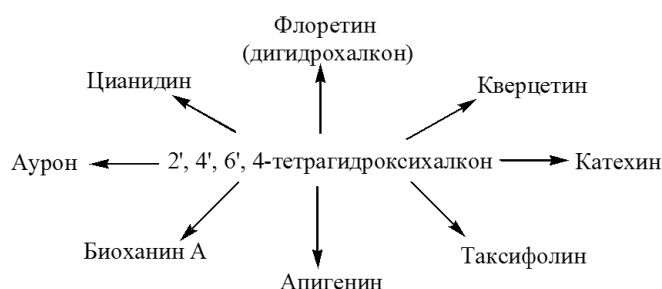
1. Халконы и дигидрохалконы.
2. Гидрокси-, алкокси-, полиметоксихалконы и их гликозиды.
3. Пиранохалконы.
4. Фурохалконы.
5. Халконы, содержащие 1,3-бензодиоксоловые фрагменты.
6. Хинонохалконы.
7. С-пренилхалконы и С-метилхалконы.

Среди различных производных β -фенилакрилофенонов особый интерес представляют 2'-гидросихалконы, поскольку они близки по своему строению многим красящим веществам, встречающимся в природе, которые являются полиокси-, полиметоксихалконами и родственными флавонами и флавонолами.

Данная классификация халконов базируется на современных представлениях о биосинтезе фенольных соединений, в котором с помощью меченых атомов ¹⁴C было показано, что важным звеном является коричневая кислота, образующаяся в растениях из фенилаланина:



В соответствии с этой классификацией приведены литературные данные о наиболее распространенных природных халконах. Установлено, что фенилаланин внедряется через халкон как во флавоноиды, так и в изофлавоноиды. Обработывая различные растения меченым халконом, удалось получить флавоноиды различных типов:



Как самостоятельные классы природных веществ эти соединения подробно описаны в обзорных статьях и монографиях. Исследования с мечеными изотопами подтвердили, что в биогенезе различных флавоноидов центральное положение занимают первично образующиеся халконы, из них осуществляется биогенетическое образование различных дифенилпропаноидов.

Следовательно, общим генетическим носителем для флавоноидов и изофлавоноидов является первично образующийся халкон.

Природные халконы

Многие яркие окраски растительного мира нашей планеты весной, осенью и летом обусловлены соединениями одного флавоноидного класса – халконами. Их называют «антохлоропигментами», это – желтые пигменты цветков, которые в парах аммиака становятся оранжевыми. В частности изменение цвета содержащих халкон препаративных форм применяется в области фармацевтики, например, в качестве изменяющего цвет компонента по уходу за ротовой полостью, который может представлять собой фенил-3-метокси-4-гидроксистирилкетон и 3-(4'-гидрокси-3'-метокси)-1-фенилпроп-2-ен-1-он [16]. Относительно часто халконы встречаются в одном семействе – *Compositae*, особенно в *Coreopsis* и *Dahlia*. Они найдены также в некоторых *Leguminosae* (*Butia*, *Cylicodiscus*, *Glycyrrhiza*, *Plathymenia*, *Ulex*) и в *Didymocarpus* (*Gesneriaceae*).

В природных источниках в большинстве случаев флавоноиды существуют в виде гликозидов (т.е. халконы связаны с молекулами углеводов) [14; 38; 54; 82].

Некоторые халконы содержат пренильную группу [19; 31; 33; 61; 64; 75; 79; 91] или пирановый цикл [31; 53; 61; 84; 86].

Среди минорных флавоноидов халконы содержат фурановое кольцо [31; 61; 64; 77; 78].

Среди веществ, выделенных из растений, часто можно встретить халконы с фрагментом 1,3-бензодиоксола, например, прозогерин В (2',4'-дигидрокси-6'-метокси-3, 4-метилендиоксихалкон), понганон VIII (2',4'-диметокси-3, 4-метилендиокси- β -гидросихалкон).

В Таблице 1 приведены халконы и их производные, выделенные из природного сырья (98 источников). Они содержатся в листьях, корнях, древесине, стеблях, реже – в цветках, семенах.

Таблица 1.

Распространение природных халконов и их производных (с 2000 года)

№	Источники	Халконы и их производные
1	<i>Andrographis lineate</i> (Acanthaceae) [43]	2'-Гидрокси-2, 4', 6'-триметоксихалкон
2	<i>Angelica keiskei</i> (Umbelliferae) [55]	4-Оксеррицин (2', 4-диокси-4'-метокси-3'-диметилалилхалкон); 4-гидроксицеррикин; ксантоангелол
3	<i>Artemisia dracunculul</i> L. (Asteraceae) [51]	2', 4'-Дигидрокси-4-метоксидигидрохалкон; давидигенин
4	<i>Artocarpus incisus</i> (Moraceae) [74]	3'-Геранил-2', 3, 4, 4'-тетрагидроксихалкон
5	<i>Artocarpus altilis</i> [86]	1-(2, 4-Дигидроксибензил)-3-[4-гидрокси-6, 6, 9-триметил - 6a, 7, 8, 10a - тетрагидро-6H-дibenzo (b, d) пиран-5-ил]-1-пропанон; 1-(2, 4-дигидрокси-фенил)-3-[3, 4-дигидро-3, 8-дигидрокси-2-метил-2-(4-метил-3-пентенил)-2H-1-бензопиран-5-ил]-1-пропанон; 1-(2, 4-дигидрокси-фенил)-3-[8-гидрокси-2-метил-2-(3, 4-эпокси-4-метил-1-пентенил)-2H-1-бензопиран-5-ил]-1-пропанон; 1-(2, 4-дигидрокси-фенил)-3-[8-гидрокси-2-метил-2-(4-гидрокси-4-метил-2-пентенил)-2H-1-бензопиран-5-ил]-1-пропанон; 2-[6-гидрокси-3, 7-диметилокта-2(E), 7-диенил]-2', 3, 4, 4'-тетрагидрокси-дигидрохалкон
6	<i>Artocarpus nobilis</i> [39; 40]	2', 4', 4'-Тригидрокси-3'-геранилхалкон; 2', 3, 4, 4'-тетрагидрокси-3'-геранилхалкон; 2', 4', 4'-тригидрокси-3'-[6-гидрокси-3, 7-диметил-2(E), 7-октадиенил] халкон; 2', 4', 4'-тригидрокси-3'-[2-гидрокси-7-метил-3-метилен-6-октаенил] халкон; 2', 3, 4, 4'-тетрагидрокси-3'-[6-гидрокси-3, 7-диметил-2(E), 7-октадиенил] халкон; 2, 4, 4'-тригидрокси-3-[(2E) -5-метоксн-3, 7-диметилокта-2, 6-диенил] халкон; 3-геранил-2, 3', 4, 4'-тетрагидроксихалкон; 1-(3, 4-дигидро-3, 5-дигидрокси-2-метил-2-(3-метил-2-бутенил)-2H-1-бензопиран-6-ил-3-(4-гидроксибензил)-2(E)-пропен-1-он; ксантоангелол; ксантоангелол В; леспеол
7	<i>Artocarpus venenosa</i> [61]	Паратокарпин С; паратокарпин F
8	<i>Arabidopsis thaliana</i> (Angiosperm) [41; 56; 72; 87]	2', 4', 6', 4'-Тетрагидроксихалкон (изосалиурпол); 4', 2', 4'-тригидроксихалкон (изоликвиритигенин); 2', 4', 6', 4'-тетрагидроксихалкон (нарингенин)
9	<i>Asarum canadense</i> (Aristolochiaceae) [38]	Халкононарингенин 2'-О-β-D-глюкозид-4'-О-β-гентиобиозид; халкононарингенин 2', 4'-ди-О-β-D-глюкозид
10	<i>Aspalathus linearis</i> [53]	2', 3, 4, 4', 6'-Пентаметокси-3'-β-D-глюкопиранозилхалкон; аспалатин; нотофатин; 2', 3, 4, 4', 6'-пентагидрокси-3'-β-D-глюкопиранозилхалкон; 2', 3, 4, 4', 6'-пентаметоксн-3'- (2, 3, 4, 6- тетра-О-ацетил-β-D-глюкопиранозил) халкон
11	<i>Balanophora tobirocola</i> (Balanophoraceae) [82]	Эфиры дигидрохалконовых глюкозидов
12	<i>Beilschmiedia tovarensis</i> (Lauraceae) [31]	2', 6'-Дигидрокси-4-изопренилокси-3, 4(3'', 3''', 3''''-диметилпиран) халкон
13	<i>Boesenbergia pandurata</i> (Robx.) [85]	2', 6'-Дигидрокси-4'-метоксихалкон; 2'-гидрокси-4, 4', 6'-триметоксихалкон
14	<i>Brassica alba</i> (Cruciferae) [67]	2', 3', 4', 5', 6'-Пентагидроксихалкон
15	<i>Cartamus tinctoria</i> [13]	3', 6'-Ди-О-4', 4-дигидрокси-2'-О-глюкозилхалкон; картамин
16	<i>Caesalpinia pulcherrima</i> L. [76]	2'-Гидрокси-2, 3, 4', 6'-тетраметоксихалкон
17	<i>Cedrelopsis grevei</i> (Ptaeroxylaceae) [44]	2'-Метоксигеликаурахалкон; 6'-метоксигеликаурахалкон; 2'-гидрокси-4', 6'-диметоксихалкон (флавокавин); кедрепренон; кедрепиленон; 2', 4'-дигидрокси-6'-метоксидигидроксихалкон (уванголетин)
18	<i>Cissampelospareira</i> L. (Menispermaceae) [39]	4', 5, 5'', 7''-Тетрагидрокси-3', 3'', 4''-триметоксн-6-О-β, 7a-флавоон-халкон
19	<i>Cleistocalyx operculatus</i> (Myrtaceae) [89]	3'-Формил-4', 6'-дигидрокси-2'-метоксн-5'-метилхалкон
20	<i>Coreopsis gigantea</i> [1]	Бутеин
21	<i>Crinum bulbispermum</i> bulbs. [70]	4-Гидрокси-2', 4'-диметоксидигидрохалкон; изоликвиритигенин
22	<i>Derris sericea</i> (Papilionaceae) [31]	2'-Гидрокси-4-пренилоксихалкон
23	<i>Derodendron phlomidis</i> (Verbenaceae) [14]	4, 4'-бис-α-D-глюкозил-4, 2', 4'-тригидрокси-6'-метоксихалкон (агликон)

№	Источники	Халконы и их производные
24	<i>Desmos cochinchinensis</i> (Annonaceae) [24]	Десмосфлаваны А, В; 2', 4', 6'-тригидроксихалкон (пиносембрин); хризин; 2', 4'-дигидрокси-6'-метоксисхалкон (кардамонин)
25	<i>Diplectria beccariana</i> (Melastomataceae) [46]	2', 4'-Дигидрокси-3-(4-метоксибензил)-пропиофенон; 4'-О-метилдавидигенин
26	<i>Dorstenia angusticomis</i> (Moraceae) [61]	3, 4-(2, 2-Диметилпирано)-3'-(2-гидрокси-3-метилбут-3-енил)-2'; 4'-дигидроксихалкон (ангустикорнин А); стипулин; паратокарпин С; паратокарпин F;
27	<i>Dorstenia barteri</i> var. <i>subtriangularis</i> (Moraceae) [61; 62]	3, 5'-ди-(2-гидрокси-3-метилбут-3-енил)-4, 2', 4'-тригидроксихалкон (ангустикорнин В) 3-(3, 3-Диметилаллил)-5'-(2-гидрокси-3-метилбут-3-енил)-4, 2', 4'-тригидроксихалкон (бартерин А); 3-(3, 3-диметилаллил)-4', 5'-[2''-(1-гидрокси-1-метилэтил) дигидрофурано]-4, 2'-дигидроксихалкон (бартерин В); 3, 4-(6''-диметилдигидропирано)-4', 5'-[2''-(1-гидрокси-1-метилэтил)-дигидрофурано]-2'-гидроксихалкон (бартерин С); 3-(2-гидрокси-3-метилбут-3-енил)-5'-(3, 3-диметилаллил) - 4, 2', 4'-тригидроксихалкон (бартерин D); стипулин; конзолон В; 3'-(2-гидрокси-3-метилбут-3-енил)-4, 2', 4'-тригидроксихалкон; 3, 4-(2, 2-диметилпирано)-3'-(2-гидрокси-3-метилбут-3-енил)-2', 4'-дигидроксихалкон (ангустикорнин А); 3, 5'-ди-(2-гидрокси-3-метилбут-3-енил)-4, 2', 4'-тригидроксихалкон (ангустикорнин В) 4, 2', 4'-Тригидрокси-3'-пренилхалкон; стипулин; бихалкон
28	<i>Dorstenia barteri</i> var. <i>multiradiata</i> [61]	5, 3'-Дигеранил-3, 4, 2', 4'-тетрагидроксихалкон (прорепенсин); 4-гидроксилионхокарпин
29	<i>Dorstenia prorepens</i> [19]	4', 5'-(2, 2-Диметилпирано)-4, 6'-дигидроксихалкон; досманнин А
30	<i>Dorstenia mannii</i> [19; 60]	5, 3'-Дигеранил-3, 4, 2', 4'-тетрагидроксихалкон (прорепенсин); 4-гидроксилионхокарпин;
31	<i>Dorstenia zenkeri</i> [19]	4, 2', 4'-тригидроксихалкон; досманнин А; 4, 2', 4'-тригидрокси-3'-пренилхалкон; 3', 4'-(3-гидрокси-2, 2-диметилдигидропирано)-4, 2'-дигидроксихалкон
32	<i>Dorstenia elliptica</i> [20]	3-(3, 3-Диметилаллил)-4, 2', 4'-тригидроксихалкон
33	<i>Dorstenia turbinata</i> (Moraceae) [63]	Конзолон С; 4-гидроксилионхокарпин
34	<i>Empetrum nigrum</i> L. (Empetraceae) [11]	2'-Метоксн-4'-гидрокси- α , β -дигидрохалкон
35	<i>Equisetum arvense</i> [41]	2', 4', 6', 4'-Тетрагидроксихалкон (нарингенин)
36	<i>Erythrina abyssinica</i> (Leguminosae) [91]	2', 3, 4, 4'-Тетрагидрокси-5-пренилхалкон
37	<i>Gentiana lutea</i> L. (Gentianaceae) [33]	3, 3''-Линкел-(2'-гидрокси-4-О-изопренилхалкон)-(2''-гидрокси-4''-О-изопренилдигидрохалкон)
38	<i>Gerbera hybrida</i> (Angiosperm) [72]	2', 4', 6'-Тригидроксихалкон (пиносембрин); 2', 4', 6', 4'-тетрагидроксихалкон (нарингенин)
39	<i>Glycyrrhiza eurycarpa</i> [61]	Канзолон В
40	<i>Glycyrrhiza inflata</i> (Fabaceae) [65]	Ликохалкон А
41	<i>Glycyrrhiza glabra</i> [48]	4'-Оксисхалкон; 2, 4, 4'-триоксисхалкон; 4', 4-дигидрокси-6'-метоксисхалкон; 4', 3, 4-триоксн-2-метоксисхалкон (ликохалкон В); ликохалкон С; ретрохалкон; ликоагрохалконы В, С, D
42	<i>Glycyrrhiza uralensis</i> [25]	4, 2', 4'-Тригидроксихалкон (изоликвиригитенин)
43	<i>Glycyrrhiza pallidiflora</i> [48]	α -О- β -D-Г глюкопиранозил-2', 4', 4'-тригидроксилигидрохалкон (ликоагросид F)
44	<i>Glycin max</i> [36]	Флоридзин
45	<i>Goniotalamus gardneri</i> (Annonaceae) [73]	2'-Гидрокси-4, 4', 6'-триметоксисхалкон (флавокаванн А); 2'-гидрокси-4, 4', 6'-триметоксидигидрохалкон; 2', 4'-дигидрокси-4, 6'-диметоксисхалкон; 2', 4'-дигидрокси-4, 6'-диметоксидигидрохалкон; 4, 2', 4'-тригидрокси-6'-метоксидигидрохалкон
46	<i>Guibourtia tessmanii</i> (Leguminosae) [32]	2', 4-Дигидрокси-4'-метоксн-6'-О-(β -глюкопиранозид) дигидрохалкон
47	<i>Helichrysum athrixifolium</i> [31]	2', 6'-Дигидрокси-4-метоксн-4'- γ , γ -диметилаллилхалкон; 2', 6', 4-тригидрокси-4'- γ , γ -диметилаллилхалкон
48	<i>Helichrysum forskahii</i> (Hilliard и Burt) [21]	2', 4', 6'-Тригидрокси-5'-метоксидигидрохалкон
49	<i>Helichrysum arenarium</i> L. [3; 13]	Изоалипурпозид

№	Источники	Халконы и их производные
72	<i>Miliusa balansae</i> (Annonaceae) [42]	2', 6'-Дигидрокси-4'-метоксисхалкон; 2', 6'-дигидрокси-3', 4'-диметоксисхалкон
73	<i>Molus doumeri</i> var. <i>formosana</i> (Rosaceae) [50]	Флоретин; флоридин; 3-гидрокси-флоридин; 3-гидрокси-флоретин
74	<i>Muntingia calabura</i> L. [81]	2', 4'-Дигидрокси-халкон; 2', 4'-дигидрокси-дигидрохалкон; 4, 2', 4'-тригидрокси-халкон (изоликувиритинин)
75	<i>Neoraputia magnifica</i> [84]	2'-Гидрокси-4, 4'-диметокси-5', 6'-(2'', 2''-диметилпирано) халкон; 2'-гидрокси-3, 4, 4'-триметокси-5', 6'-(2'', 2''-диметилпирано) халкон; 2'-гидрокси-3, 4, 4', 5'-тетраметокси-5', 6'-(2'', 2''-диметилпирано) халкон; 2'-гидрокси-3, 4, 4', 5, 6'-пентаметоксисхалкон
76	<i>Nothofagus fusca</i> [88]	2', 4', 6'-Тригидрокси-халкон
77	<i>Oryza sativa</i> (Angiosperm) [72]	2', 4', 6'-Тригидрокси-халкон (пиносебрин); 2', 4', 6', 4'-тетрагидрокси-халкон (нарингенин)
78	<i>Oshna afzelii</i> [66]	Лобрион С; изолофрон С; дигидролофрон С
79	<i>Petroselinum crispum</i> (Angiosperm) [72]	2', 4', 6'-Тригидрокси-халкон (пиносебрин); 2', 4', 6', 4'-тетрагидрокси-халкон (нарингенин)
80	<i>Physcomitrella patense</i> [41]	2', 4', 6', 4'-Тетрагидрокси-халкон (нарингенин)
81	<i>Pinus densiflora</i> L. [72]	2', 4', 6'-Тригидрокси-халкон (пиносебрин); 2', 4', 6', 4'-тетрагидрокси-халкон (нарингенин)
82	<i>Pinus sylvestris</i> L. [41; 72]	2', 4', 6'-Тригидрокси-халкон (пиносебрин); 2', 4', 6', 4'-тетрагидрокси-халкон (нарингенин)
83	<i>Pichia membranifaciens</i> [35]	Ксантокумол
84	<i>Piper methysticum</i> Forst [28]	2', 4'-Диокси-4, 6'-диметоксисхалкон; 2'-окси-4', 6'-диметоксисхалкон (флавокаваин В); 2'-окси-4', 6', 4'-триметоксисхалкон (флавокаваин А); 4', 6'-диокси-2', 4'-диметоксисхалкон (флавокаваин С)
85	<i>Piper hostmannianum</i> var. <i>berbicense</i> (Piperaceae) [68]	(1''R, 4''R, 5''R)-2'-гидрокси-4'-метокси-5', 6'-О-(4-изопропил-1-метилциклогексан-1-О, 5-ил) дигидрохалкон (гостманин А); (1''R, 4''S, 5''R)-2'-гидрокси-4'-метокси-5', 6'-О-(4-изопропил-1-метилциклогексан-1-О, 5-ил) дигидрохалкон (гостманин В); (1''R, 4''R, 5''S, 6''S)-2'-гидрокси-4'-метокси-5', 6'-О-(4-изопропил-1-метилциклогексан-1-О, 5-ил) дигидрохалкон (гостманин С); дигидрохалкон (гостманин С); 2', 6'-дигидрокси-4'-метоксидигидрохалкон; (1''R, 6''R) - (4, 6-дигидрокси-5-метил-3-метилэфир-2-метоксифенил)- (3'-изогексенил-1'-фенилциклогекс-3'-енил) метанол (гостманин D); адулктин E; (-)-метиллиндератин
86	<i>Polygonum ferrugineum</i> (Polygonaceae) [52]	2', 4', 6'-Тригидрокси-3'-метокси-α-гидрокси-метил-β-гидрокси-дигидрохалкон;
87	<i>Psilotum nudum</i> (Psilotum) [41; 72]	2'-гидрокси-4', 6'-диметоксисхалкон (флавокаваин В); 2', 4'-дигидрокси-6'-метоксисхалкон (кардамонин)
88	<i>Ruta graveolens</i> (Angiosperm) [72]	2', 4', 6', 4'-тетрагидрокси-халкон (нарингенин); 2', 4', 6'-Тригидрокси-халкон (пиносебрин); 2', 4', 6', 4'-тетрагидрокси-халкон (нарингенин)
89	<i>Salix purpurea</i> [1; 13]	Изосалинурозид; 4', 4, 6'-триокс-2'-О-глюкозилхалкон
90	<i>Scutellaria baicalensis</i> (Labiatae) [18]	4, 2', 4', 6'-Тетрагидрокси-халкон (нарингенин халкон)
91	<i>Spatholobus suberectus</i> (Leguminosae) [47]	Неоизоликувиритинин
92	<i>Spodoptera exempta</i> [75]	2', 4'-Дигидрокси-халкон; 4'-О-пренилхалкон; 3'-пренилхалкон; деррикин; лонхокарпин; 6-киннамол-5-гидрокси-2, 2-диметилхалкон; 6-киннамол-7-гидрокси-2-диметилхалкон
93	<i>Tephrosia tunicata</i> [22]	3', 3'-Ди-(γ, γ-диметилаллил)-2', 4'-диоксоенолхалкон (туинкатахалкон)
94	<i>Tephrosia aequilata</i> [85]	Праксанон А и В; цис-праксанон А; деметилпраксанон В
95	<i>Trifolium alexandrinum</i> [57]	2-Метокси-4, 6-дигидрокси-α'-халканол-α, β-эпоксид-4-О-β-D-глюкопиранозид; 2-метокси-3, 4, 6-тригидрокси-α'-халканол-α, β-эпоксид-4-О-β-D-глюкопиранозид; 2, 3-диметокси-4, 6, α, β-тетрагидрокси-α'-халканол-4-О-β-D-глюкопиранозид
96	<i>Trifolium repens</i> L. [67]	2', 3', 4', 5', 6'-Пентагидрокси-халкон
97	<i>Vitis vinifera</i> (Angiosperm) [45; 72]	2', 4', 6'-Тригидрокси-халкон (пиносебрин); 2', 4', 6', 4'-тетрагидрокси-халкон (нарингенин); хлорогеновая кислота (5-О-каффеилквоиновая кислота)
98	<i>Uvaria dulcis</i> [27]	2', 3'-Дигидрокси-4', 6'-диметоксисхалкон

Биологическая активность производных халконов

О функциях халконов в растениях имеются многочисленные экспериментальные данные, позволяющие утверждать, что многие халконы играют активную физиологическую роль в растительном организме. Они могут сравнительно легко окисляться или восстанавливаться и их окислительно-восстановительный потенциал свидетельствует о том, что они принимают участие в обмене веществ. Некоторые соединения халконовой структуры выполняют защитную функцию [5], функции дыхательных катализаторов и участвуют в окислительно-восстановительных процессах при дыхании растительных клеток.

По литературным данным выяснилось, что халконы обладают противоопухолевой [17; 55], антимикробной [31; 58; 69; 76], антибактериальной [17; 34], антипротозойной [71], антиплазматической [68; 90; 91], антифунгальной [31; 39], антигельминтной, антитуберкулезной [2; 65], эстрогенной и антиоксидантной [13; 23; 24; 40; 59; 69; 79], антиинфламаторной [25; 31], антиишемической, антиспазматической [25], цитотоксичной [24; 86], ингибиторной [33; 55; 56; 59], ферментативной [29] и фитохимической активностью [17]. Среди халконов найдены ингибиторы агрегации тромбоцитов, липоксигеназ, ароматаз [24]. Они используются как светочувствительные компоненты в фоторезистах, флуоресцентные зонды в медицинской диагностике, органические материалы для нелинейных оптических кристаллов [17]. Халконы как α -, β -ненасыщенные кетоны представляют интерес в качестве исходных веществ для получения малодоступных производных других классов соединений, что связано с наличием двух электрофильных центров – атома углерода карбонильной группы и β -атома углерода [Там же].

Заключение

Ценные фармакологические свойства природных халконов, обладающих широким спектром биологического действия, позволяют прогнозировать и расширяют возможности разработки новых подходов к решению задачи повышения биологической активности этого класса.

Путем изменения строения молекул халконов можно увеличить абсолютные показатели их активности в биологических тестах. В связи с этим были синтезированы ряд производных халконов с доказательством их структур и проведён биоскрининг на антитуберкулёзную активность [2; 6-10; 15].

Список литературы

1. Аверьянова Е. В., Школьников М. Н., Егорова Е. Ю. Физиологически активные вещества растительного сырья: учебное пособие. Бийск: Алт. гос. техн. ун-т, 2010. 80 с.
2. Айтмамбетов А., Ибрагимова З. Ю., Хожамбергенов К., Ибрагимов М. Ю. Антитуберкулёзная активность синтетических аналогов природных халконов // Журнал теоретической и клинической медицины. 2006. № 5. С. 184.
3. Бобрицкая Л. А., Попова Н. В., Рубан Е. А. Оценка качества капсул с флавином и орнидазолом // Фармация. 2013. № 5. С. 20-22.
4. Бомбарделли Э., Валенти П. Халконы, обладающие антипролиферативной активностью. Пат. RU 2203883. Заявка: 12.06.1998. Опубликовано: 10.05.2003.
5. Бондакова М. В. Разработка рецептуры и технологии производства косметических изделий с использованием экстракта винограда: дисс. ... к.т.н. М., 2014. 115 с.
6. Жалилов Ж., Исмаилова Г. О., Юлдашев Н. М., Каримова Ш. Ф. Масс-спектрометрические характеристики синтезированных производных гетероциклических халконов // Современные наукоёмкие технологии. 2013. № 9. С. 58-59.
7. Исмаилова Г. О., Талипов С. А., Камаев Ф. Г. Модифицированные методы синтеза флавоноидов. Синтез некоторых замещенных аналогов природных флавонов и халконов // Узбекский химический журнал. 2011. Специальный выпуск. С. 83-86.
8. Исмаилова Г. О., Талипов С. А., Мавлянов С. М. Модифицированный метод синтеза аналогов производных халконов // Биологически активные вещества: фундаментальные и прикладные вопросы получения и применения: научно-практическая конференция: тезисы докладов. Киев, 2011. С. 69-70.
9. Исмаилова Г. О., Узахбергенов А. А., Узакбергенова З. Д. Характер распада молекул и оценка возможных путей фрагментации строения гетероциклических производных халконов с помощью масс-спектрометрического анализа // Альманах современной науки и образования. 2016. № 2 (104). С. 48-54.
10. Исмаилова Г. О., Юлдашев Н. М., Эшкулов Д. И., Каримова Ш. Ф. Корреляционный анализ «структура химического вещества – биологическая активность» в ряду синтезированных производных халконов и 3-феноксикумаринов // Успехи современного естествознания. 2015. № 9 (3). С. 496-503.
11. Краснов Е. А., Ермилова Е. В., Кадырова Т. В., Ралдугин В. А., Багрянская И. Ю., Гатилов Ю. В., Друганов А. Г., Семенов А. А., Толстиков Г. А. Фенольные компоненты экстракта *Empetrum nigrum* и кристаллическая структура 2'-метокси-4'-гидрокси- α , β -дигидрохалкона // Химия природных соединений. 2000. № 5. С. 389-391.
12. Кулеш Н. И., Василевская Н. А., Веселова М. В., Денисенко В. А., Федорев С. А. Минорные полифенолы из древесины *Maackia amurensis* // Химия природных соединений. 2008. № 6. С. 575-577.
13. Куркин В. А., Куркина А. В., Авдеева Е. В. Флавоноиды как биологически активные соединения лекарственных растений // Рациональное питание, пищевые добавки и биостимуляторы. 2014. № 4. С. 26-28.
14. Реферативный журнал химии. 2000. № 2. С. 208.
15. Субраманиам Р., Дю-Тюмм Л., Кази Г. Н., Кхан И. А., Сури К. А., Сатти Н. К., Али Ф., Калиа Н. Халконы в качестве усилителей антимикробных средств. Патент РФ 2521252. Заявка: 18.12.2009. Опубликовано: 27.06.2014. Бюллетень № 18.
16. Шеффер-Корбило Л., Шевчик Г., Дю-Тюмм Л. Изменение цвета содержащих халкон препаративных форм по уходу за ротовой полостью. Патент РФ 2524631. Заявка: 06.01.2011. Опубликовано: 27.07.2014. Бюллетень № 21.

17. Шмуйлович К. С. Взаимодействие полифторированных халконов с бинуклеофильными реагентами: дисс. ... к.х.н. Новосибирск, 2014. 120 с.
18. Abe I., Watanabe T., Noguchi H. Enzymatic Formation of Long-Chain Polyketide Pyrones by Plant Type III Polyketide Synthases // *Phytochemistry*. 2004. No. 65. P. 2447-2453.
19. Abegaz B. M., Ngadjui B. T., Dongo E., Ngameni B., Nindi M. N., Bezabih M. Chalcones and Other Constituents of *Dorstenia prorepens* and *Dorstenia zenkeri* // *Phytochemistry*. 2002. No. 59. P. 877-883.
20. Abegaz B. M., Ngadjui B. T., Folefoc G. N., Fotso S., Ambassa P., Bezabih M., Dongo E., Rise F., Petersen D. Prenylated Flavonoids, Monoterpenoid Furanocoumarins and Other Constituents from the Twigs of *Dorstenia elliptica* (Moraceae) // *Phytochemistry*. 2004. No. 65. P. 221-226.
21. Al-Rehaily A. J., Abbishi O. A., El-Olemy M. M., Mossa J. S. Flavonoids and Terpenoids from *Helichrysum* for Skahlil // *Phytochemistry*. 2008. No. 69. P. 1910-1914.
22. Andrei C. C., Ferreira D. T., Faccione M., Moraes de L. A. B., Carvalho de M. G., Braz-Filho R. C-prenylflavonoids from Roots of *Tephrosia tunicata* // *Phytochemistry*. 2000. No. 55. P. 799-804.
23. Apak R., Guclu K., Demirata B., Ozyurek M., Celik S. E., Bektasoglu B., Berker K. I., Ozyurt D. Comparative Evaluation of Various Total Antioxidant Capacity Assays Applied to Phenolic Compounds with the CUPRAC Assay // *Molecules*. 2007. No. 12. P. 1496-1547.
24. Bajgai E. S., Prachyawarakarn V., Mahidol C., Ruchirawat S., Kittakoop P. Hybrid Flavan-chalcones, Aromatase and Lipoxygenase Inhibitors, from *Desmos cochinchinensis* // *Phytochemistry*. 2011. No. 72. P. 2062-2067.
25. Bo Han, Zheng Q., Wang J., Chen W., Tang H., Qi Wang, Wang X., Ji Li. Isoliquiritigenin Extracted from Licorice *Glycyrrhiza uralensis* Roots by a Facile Conversion Technique // *Химия природных соединений*. 2010. № 4. С. 443-446.
26. Borges-Argaez R., Pena-Rodriguez L. M., Waterman P. G. Flavonoids from *Lonchocarpus* Species of the Yucatan Peninsula // *Phytochemistry*. 2002. No. 60. P. 533-540.
27. Chantrapromma K., Rat-A-pa Y., Karalai C., Lojanapiwatana V., Seechamnanturakit V. A Chalcone and a Dihydrochalcone from *Uvaria dulcis* // *Phytochemistry*. 2000. No. 53. P. 511-513.
28. Dharmaratne H. R. W., Nanayakkara N. P. D., Khan I. A. Kavalactones from *Piper methysticum*, and Their ¹³C NMR Spectroscopic Analyses // *Phytochemistry*. 2002. No. 59. P. 429-433.
29. Eckermann C., Matthes B., Nimtz M., Reiser V., Lederer B., Boger P., Schroder J. Covalent Binding of Chloroacetamide Herbicides to the Active Site Cysteine of Plant Type III Polyketide Synthases // *Phytochemistry*. 2003. No. 64. P. 1045-1054.
30. Eckermann C., Schroder G., Eckerhmann S., Strack D., Schmidt J., Schneider B., Schroder J. Stilbenecarboxylate Biosynthesis: a New Function in the Family of Chalcone Synthase-Related Proteins // *Phytochemistry*. 2003. No. 62. P. 271-286.
31. Epifano F., Genovese S., Menghini L., Curini M. Chemistry and Pharmacology of Oxyprenylated Secondary Plant Metabolites // *Phytochemistry*. 2007. No. 68. P. 939-953.
32. Fuendjiep V., Wandji J., Tillequin F., Mulholland D. A., Budzikiewicz H., Fomum Z. T., Nyemba A. M., Koch M. Chalconoid and Stilbenoid Glycosides from *Guibourtia tessmanii* // *Phytochemistry*. 2002. No. 60. P. 803-806.
33. Haraguchi H., Tanaka Y., Kabbash A., Fujioka T., Ishizu T., Yagi A. Monoamine Oxidase Inhibitors from *Gentiana lutea* // *Phytochemistry*. 2004. No. 65. P. 2255-2260.
34. Hatano T., Kusudo M., Inada K., Ogawa T., Shiota S., Tsuchiya T., Yoshida T. Effects of Tannins and Related Polyphenols on Methicillin-Resistant *Staphylococcus aureus* // *Phytochemistry*. 2005. No. 66. P. 2047-2055.
35. Herath W. H. M. W., Ferreira D., Khan I. A. Microbial Transformation of Xanthohumol // *Phytochemistry*. 2003. No. 62. P. 673-677.
36. Hsieh M.-C., Graham T. L. Partial Purification and Characterization of a Soybean β -glucosidase with High Specific Activity towards Isoflavone Conjugates // *Phytochemistry*. 2001. No. 58. P. 995-1005.
37. Ismailova G. O., Mavlyanov S. M., Kamaev F. G. Synthesis of Structural Fragments of Natural Flavonoids and Flavolignans from 2'-Hydroxychalcones // *Russian Journal of Bioorganic Chemistry*. 2012. Vol. 38. No. 3. P. 335-337.
38. Iwashina T., Kitajima J. Chalcone and Flavonol Glycosides from *Asarum canadense* (Aristolochiaceae) // *Phytochemistry*. 2000. No. 55. P. 971-974.
39. Jayasinghe L., Balasooriya B. A. I. S., Padmini W. C., Hara N., Fujimoto Y. Geranyl Chalcone Derivatives with Antifungal and Radical Scavenging Properties from the Leaves of *Artocarpus nobilis* // *Phytochemistry*. 2004. No. 65. P. 1287-1290.
40. Jayasinghe L., Rupasinghe G., Hara N., Fujimoto Y. Geranylated Phenolic Constituents from the Fruits of *Artocarpus nobilis* // *Phytochemistry*. 2006. No. 67. P. 1353-1358.
41. Jiang C., Schommer C. K., Kim S. Y., Suh D.-Y. Cloning and Characterization of Chalcone Synthase from the Moss, *Physcomitrella patens* // *Phytochemistry*. 2006. No. 67. P. 2531-2540.
42. Kamperdick C., Van N. H., Sung T. V. Typhaphthalide and Typharin, Two Phenolic Compounds from *Typha capensis* // *Phytochemistry*. 2002. No. 61. P. 943-947.
43. Kishore P. H., Reddy M. B., Gunasekar M., Caux C., Bodo B. Flavonoids from *Andrographis lineata* // *Phytochemistry*. 2003. No. 63. P. 457-461.
44. Koorbanallya N. A., Randrianarivelosiaa M., Mulholland D. A., Ufford L. Q. van, Berg A. J. J. van den. Chalcones from the Seed of *Cedrelopsis grevei* (Ptaeroxylaceae) // *Phytochemistry*. 2003. No. 62. P. 1225-1229.
45. Lambert S. G., Asenstorfer R. E., Williamson N. M., Iland P. G., Jones G. P. Copigmentation between Molvidin-3-glucoside and Some Wine Constituents and Its Importance to Colour Expression in Red Wine // *Food Chemistry*. 2011. No. 125. P. 106-115.
46. Lang D. S., Su B.-N., Pawlus A. D., Kang Y.-H., Kardono L. B. S., Riswan S., Afriastini J. J., Fong H. H. S., Pezzuto J. M., Kinghorn A. D. Beccaridiol, an Unusual 28-nortriterpenoid from the Leaves of *Diplectria beccariana* // *Phytochemistry*. 2006. No. 67. P. 1832-1837.
47. Lee M.-H., Lin Y.-P., Hsu F.-L., Zhan G.-R., Yen K.-Y. Bioactive Constituents of *Spatholobus suberectus* in Regulating Tyrosinase-related Proteins and mRNA in HEMn Cells // *Phytochemistry*. 2006. No. 67. P. 1262-1270.
48. Li W., Asada Y., Yoshikawa T. Flavonoids Constituents from *Glycyrrhiza glabra* Hairy Root Cultures // *Phytochemistry*. 2000. No. 55. P. 447-456.

49. Li W., Koike K., Asada Y., Hirotanti M., Rui H., Yoshikawa T., Nikaido T. Flavonoids from *Glycyrrhiza pallidiflora* Hairy Root Cultures // *Phytochemistry*. 2002. No. 60. P. 351-355.
50. Lin Y.-P., Hsu F.-L., Chen C.-S., Chen J.-W., Lee M.-H. Constituents from the Formosan Apple Reduce Tyrosinase Activity in Human Epidermal Melanocytes // *Phytochemistry*. 2007. No. 68. P. 1189-1199.
51. Logendra S., Ribnicky D. M., Yang H., Poulev A., Ma J., Kennelly E. J., Raskin I. Bioassay-guided Isolation of Aldose Reductase Inhibitors from *Artemisia dracunculus* // *Phytochemistry*. 2006. No. 67. P. 1539-1546.
52. Lopez S. N., Sierra M. G., Gattuso S. Y., Furlan R. L., Zacchino S. A. An Unusual Homoisoflavanone and a Structurally-related Dihydrochalcone from *Polygonum ferrugineum* (Polygonaceae) // *Phytochemistry*. 2006. No. 67. P. 2152-2158.
53. Marais C., Ferreira D., Steenkamp J. A. (S)- and (R)-Eriodictyol-6-C- β -D-glucopyranoside, Novel Keys to the Fermentation of Rooibos (*Aspalathus linearis*) // *Phytochemistry*. 2000. No. 55. P. 43-49.
54. Martinez Valderrama J. C. Distribution of Flavonoids in the Myristicaceae // *Phytochemistry*. 2000. No. 55. P. 505-511.
55. Martinez-Luis S., Perez-Vasquez A., Mata R. Natural Products with Calmodulin Inhibitor Properties // *Phytochemistry*. 2007. No. 68. P. 1882-1903.
56. Meazza G., Scheffler B. E., Tellez M. R., Rimando A. M., Romagni J. G., Duke S. O., Nanayakkara D., Khan I. A., Abourashed E. A., Dayan F. E. The Inhibitory Activity of Natural Products on Plant P-hydroxyphenylpyruvate Dioxygenase // *Phytochemistry*. 2002. No. 59. P. 281-288.
57. Mohamed K. M., Hassanean H. A., Ohtani K., Kasai R., Yamasaki K. Chalconol Glucosides from Seeds of *Trifolium alexandrinum* // *Phytochemistry*. 2000. No. 53. P. 401-404.
58. Mustafa K. A., Perry N. B., Weavers R. T. 2-Hydroxyflavanones from *Leptospermum polygalifolium* subsp. *Polygalifolium* Equilibrating Sets of Hemiacetal Isomers // *Phytochemistry*. 2003. No. 64. P. 1285-1293.
59. Nerya O., Musa R., Khatib S., Tamir S., Vaya J. Chalcones as Potent Tyrosinase Inhibitors: the Effect of Hydroxyl Positions and Numbers // *Phytochemistry*. 2004. No. 65. P. 1389-1395.
60. Ngadjui B. T., Kouam S. F., Dongo E., Kapche G. W. F., Abegaz B. M. Prenylated Flavonoids from the Aerial Parts of *Dorstenia mannii* // *Phytochemistry*. 2000. No. 55. P. 915-919.
61. Ngadjui B. T., Watchueng J., Keumedjio F., Ngameri B., Simo I. K., Abegaz B. M. Prenylated Chalcones, Flavone and Other Constituents of the Twigs of *Dorstenia angusticornis* and *Dorstenia barteri* var. *subtriangularis* // *Phytochemistry*. 2005. No. 66. P. 687-692.
62. Ngameni B., Ngadjui B. T., Folefoc G. N., Watchueng J., Abegaz B. M. Diprenylated Chalcones and Other Constituents from the Twigs of *Dorstenia barteri* var. *subtriangularis* // *Phytochemistry*. 2004. No. 65. P. 427-432.
63. Ngameni B., Touaibia M., Patnam R., Belkaid A., Sonna P., Ngadjui B. T., Annabi B., Roy R. Inhibition of MMP-2 Secretion from Brain Tumor Cells Suggests Chemopreventive Properties of a Furanocoumarin Glycoside and of Chalcones Isolated from the Twigs of *Dorstenia turbinata* // *Phytochemistry*. 2006. No. 67. P. 2573-2579.
64. Nookandeh A., Frank N., Steiner F., Ellinger R., Schneider B., Gerhauser C., Becker H. Xanthohumol Metabolites in Faeces of Rats // *Phytochemistry*. 2004. No. 65. P. 561-570.
65. Okunade A. L., Elvin-Lewis M. P. F., Lewis W. H. Natural Antimycobacterial Metabolites: Current Status // *Phytochemistry*. 2004. No. 65. P. 1017-1032.
66. Pegnyemb D. E., Tih R. G., Sondengam B. L., Blond A., Bodo B. Bioflavonoids from *Ochna afzelii* // *Phytochemistry*. 2001. No. 57. P. 579-582.
67. Ponce M. A., Scervino J. M., Balsells R. E., Ocampo J. A., Godeas A. M. Flavonoids from Shoots and Roots of *Trifolium repens* (White Clover) Grown in Presence or Absence of the Arbuscular Mycorrhizal Fungus *Glomus intraradices* // *Phytochemistry*. 2004. No. 65. P. 1925-1930.
68. Portet B., Fabre N., Roumy V., Gornitzka H., Bourdy G., Chevalley S., Sauvain M., Valentin A., Moulis C. Activity-guided Isolation of Antiplasmodial Dihydrochalcones and Flavanones from *Piper hastmannianum* var. *berbicense* // *Phytochemistry*. 2007. No. 68. P. 1312-1320.
69. Prachayasittikul S., Buraparuangsang P., Worachartcheewan A., Isarankura-Na-Ayudhya C., Ruchirawat S., Prachayasittikul V. Antimicrobial and Antioxidative Activities of Bioactive Constituents from *Hydnophytum formicarum* Jack. // *Molecules*. 2008. No. 13. P. 904-921.
70. Ramadan M. A., Kamel M. S., Ohtani K., Kasai R., Yamasaki K. Minor Phenolics from *Crinum bulbispermum* Bulbs // *Phytochemistry*. 2000. No. 54. P. 891-896.
71. Ramirez L., Carabot A., Melendez P., Carmona J., Jimenez M., Patel A. V., Crabb T. A., Blunden G., Cary P. D., Croft S. L., Costa M. Cissampeloflavone, a Chalcone-flavone Dimer from *Cissampelos pareira* // *Phytochemistry*. 2003. No. 64. P. 645-647.
72. Samappito S., Page J. E., Schmidt J., De-Eknamkul W., Kutchan T. M. Aromatic and Pyrone Polyketides Synthesized by a Stilbene Synthase from *Rheum tataricum* // *Phytochemistry*. 2003. No. 62. P. 313-323.
73. Seidel V., Bailleul F., Waterman P. G. (Rel)-1 β , 2 α -di-(2,4-dihydroxy-6-methoxybenzoyl)-3 β , 4 α -di-(4-methoxyphenyl)-cyclobutane and Other Flavonoids from the Aerial Parts of *Goniothalamus gardneri* and *Goniothalamus thwaitesii* // *Phytochemistry*. 2000. No. 55. P. 439-446.
74. Shimizu K., Kando R., Sakai K., Buabarn S., Dilokkunanant U. A Geranylated Chalcone with 5 α -reductase Inhibitory Properties from *Artocarpus incisus* // *Phytochemistry*. 2000. No. 54. P. 737-739.
75. Simmonds M. S. J. Importance of Flavonoids in Insect-Plant Interactions: Feeding and Oviposition // *Phytochemistry*. 2001. No. 56. P. 245-252.
76. Srinivas K. V. N. S., Koteswara Rao Y., Mahender I., Das B., Rama Krishna K. V. S., Hara Kishore K., Murty U. S. N. Flavonoids from *Caesalpinia pulcherrima* // *Phytochemistry*. 2003. No. 63. P. 789-793.
77. Sritularak B., Likhitwitayawuid K. Flavonoids from the Pods of *Milletia erythrocalyx* // *Phytochemistry*. 2006. No. 67. P. 812-817.
78. Sritularak B., Likhitwitayawuid K., Conrad J., Kraus W. Flavonoids from the Roots of *Milletia erythrocalyx* // *Phytochemistry*. 2002. No. 61. P. 943-947.
79. Stevens J. F., Page J. E. Xanthohumol and Related Prenylflavonoids from Hops and Beer: to Your Good Health // *Phytochemistry*. 2004. No. 65. P. 1317-1330.

80. Stevens J. F., Taylar A. W., Nickerson G. B., Ivancic M., Henning J., Haunold A., Max L. Deinzer. Prenylflavonoid Variation in *Humulus lupulus*: Distribution and Taxonomic Significance of Xanthogalenol and 4'-O-methylxanthohumol // *Phytochemistry*. 2000. No. 53. P. 759-775.
81. Su B.-N., Park E. J., Vigo J. S., Graham J. G., Cabieses F., Fong H. H. S., Pezzuto J. M., Kinghorn A. D. Activity-guided Isolation of the Chemical Constituents of *Muntingia calabura* Using a Quinone Reductase Induction Assay // *Phytochemistry*. 2003. No. 63. P. 335-341.
82. Tanaka T., Uehara R., Nishida K., Kouno I. Galloyl, Caffeoyl and Hexahydroxydiphenoyl Esters of Dihydrochalcone Glucosides from *Balanophora tobiricola* // *Phytochemistry*. 2005. No. 66. P. 675-681.
83. Tarus P. K., Machocho A. K., Langat-Thoruwa C. C., Chhabra S. C. Flavonoids from *Tephrosia aequilata* // *Phytochemistry*. 2002. No. 60. P. 375-379.
84. Tomazela D. M., Pupo M. T., Passador E. A. P., M. Fatima das G. F. da Silva, Vieira P. C., Fernandes J. B., Fo E. R., Oliva G., Pirani J. R. Pyrano Chalcones and a Flavone from *Neoraputia magnifica* and Their Trypanosoma cruzi Glycosomal Glyceraldehyde-3-phosphate Dehydrogenase-inhibitory Activities // *Phytochemistry*. 2000. No. 55. P. 643-651.
85. Tuchinda P., Reutrakul V., Claeson P., Pongprayoon U., Sematong T., Santisuk T., Taylor W. C. Anti-inflammatory Cyclohexenyl Chalcone Derivatives in *Boesenbergia pandurata* // *Phytochemistry*. 2002. No. 59. P. 169-173.
86. Wang Y., Xu K., Lin L., Pan Y., Zheng X. Geranyl Flavonoids from the Leaves of *Artocarpus altilis* // *Phytochemistry*. 2007. No. 68. P. 1300-1306.
87. Willits M. G., Giovanni M., Prata R. T. N., Kramer C. M., De Luca V., Steffens J. C., Graser G. Bio-fermentation of Modified Flavonoids: an Example of in vivo Diversification of Secondary Metabolites // *Phytochemistry*. 2004. No. 65. P. 31-41.
88. Wollenweber E., Stevens J. F., Dorr M., Rozefelds A. C. Taxonomic Significance of Flavonoid Variation in Temperate Species of *Nothofagus* // *Phytochemistry*. 2003. No. 62. P. 1125-1131.
89. Ye C.-L., Lu Y.-H., Wei D.-Z. Flavonoids from *Cleistocalyx operculatus* // *Phytochemistry*. 2004. No. 65. P. 445-447.
90. Yenesew A., Derese S., Midiwo J. O., Oketch-Rabah H. A., Ligsarten J., Palmer R., Heydenreich M., Peter M. G., Akala H., Wangui J., Liyala P., Waters N. C. Anti-plasmodial Activities and X-ray Crystal Structures of Rotenoids from *Milletia usaramensis* subspecies *usaramensis* // *Phytochemistry*. 2003. No. 64. P. 773-779.
91. Yenesew A., Induli M., Derese S., Midiwo J. O., Heydenreich M., Peter M. G., Akala H., Wangui J., Liyala P., Waters N. C. Anti-plasmodial Flavonoids from the Stem Bark of *Erythrina abyssinica* // *Phytochemistry*. 2004. No. 65. P. 3029-3032.

WIDESPREAD NATURAL CHALCONES

Ismailova Gulzira Orynbaevna, Ph. D. in Chemistry, Associate Professor
Karimova Shoirat Fatkhullaevna, Ph. D. in Biology, Associate Professor
Ziyamutdinova Zukhra Kayumovna, Ph. D. in Biology, Associate Professor
Bakhodirova Madina Olimkhonovna
Tashkent Pediatric Medical Institute, The Republic of Uzbekistan
ismailova.gulzira@mail.ru

The survey article generalizes and summarizes the literature data of the last years, as well as the results of the authors' research in the field of medicinal plants flavonoids. The most common natural chalcones are presented in the paper, their nomenclature, classification, mechanism of formation and biological properties are enumerated. The bibliography includes ninety-one names.

Key words and phrases: natural chalcones; derivatives; nomenclature; classification; biogenesis; medicinal plants; biological activity.

УДК 372.881.161.1

Педагогические науки

В статье раскрываются особенности обучения словосочетанию учащихся начальных классов, определяется значимость овладения данной синтаксической единицей на начальном этапе образования. В связи с этим учитываются основные направления данной работы на уроках русского языка и предлагается система эффективных упражнений и заданий, направленных на реализацию основных задач при обучении словосочетанию, а именно формирование и развитие речевых умений младших школьников.

Ключевые слова и фразы: обучение словосочетанию; начальная школа; синтаксический строй русского языка; синтаксические упражнения; значимость работы над словосочетанием.

Кислицкая Светлана Степановна, к. филол. н., доцент
Дагестанский государственный педагогический университет
Дагестанский государственный университет народного хозяйства
panarina.01@mail.ru

ОСОБЕННОСТИ ОБУЧЕНИЯ СЛОВСОЧЕТАНИЮ УЧАЩИХСЯ НАЧАЛЬНЫХ КЛАССОВ

Важнейшим средством человеческого общения и обязательным элементом гуманитарной культуры человека является язык. Чтобы учащиеся могли осознать все явления языка и языковые единицы, развивать навыки