

© Коллектив авторов, 2016

О. А. Сапко, О. В. Чебоненко, А. Ш. Утарбаева, А. Ж. Амиркулова,  
А. К. Турсунова

## АНТИОКСИДАНТНАЯ АКТИВНОСТЬ ЛЕКАРСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ ЮГО-ВОСТОЧНОГО РЕГИОНА КАЗАХСТАНА

РГП "Институт молекулярной биологии и биохимии им. М. А. Айтхожина" Комитета науки МОН РК, Казахстан, 050012, Алматы, e-mail: a.utar@mail.ru

Изучены антиоксидантная активность, общее содержание фенольных соединений и флавоноидов экстрактов некоторых лекарственных растений юго-восточного региона Казахстана. Антиоксидантную активность оценивали в системах *in vitro* с использованием катион-радикала 2,2'-азино-бис-(3-этилбензотиазолин-6-сульфоната) (ABTS<sup>•+</sup>), радикала 2,2-дифенил-1-пикрилгидразила (DPPH<sup>•</sup>) и FRAP метода. Выявлен широкий диапазон варьирования антиоксидантной и антирадикальной активности исследованных растений. Максимальная антиоксидантная и антирадикальная активность установлена в экстрактах корней и надземной части *Geranium collinum*, высокая — в экстрактах *Agrimonia asiatica*, *Alchemilla vulgaris* и *Alhagi pseudalhagi*. Антиоксидантная активность водно-этанольных и водно-ацетоновых экстрактов *G. collinum* и *A. asiatica* достоверно коррелировала с содержанием фенольных соединений.

**Ключевые слова:** лекарственные растения; антиоксидантная активность; фенольные соединения; флавоноиды.

Окислительный стресс (ОС) является одним из универсальных механизмов повреждения тканей организма, патофизиологическая роль которого доказана для большого числа различных заболеваний. ОС играет существенную роль в патогенезе воспалительно-дистрофических, нейродегенеративных, сердечно-сосудистых, онкологических заболеваний и в ускорении процессов старения живых организмов [1, 2]. ОС развивается при наличии дисбаланса между интенсивностью образования активных форм кислорода (АФК), свободных радикалов, перекисного окисления липидов и антирадикальных процессов, напрямую зависящих от состояния многоуровневой системы антиоксидантной защиты (АОЗ). Недостаточная эффективность АОЗ ведет к гиперпродукции АФК, нарушению структуры и свойств липидных мембран, что приводит к деструкции на клеточном, тканевом и организменном уровнях [3, 4].

Основная роль в защите биомолекул от действия АФК принадлежит эндогенным и экзогенным антиоксидантам (АО) [5]. При этом антиоксидантный потенциал (АОП) клеток человека в основном обеспечивается ферментативными системами АОЗ, а в плазме крови значительный вклад в АОП вносят экзогенные АО, которые достаточно быстро метаболизируются в организме и должны постоянно возобновляться для поддержания высокой активности АОЗ. К настоящему времени накоплено достаточно данных, свидетельствующих об эффективности применения АО при коррекции заболеваний, в патогенезе которых ведущую роль играет свободнорадикальное окисление [6]. Применение синтетических АО часто осложняется побоч-

ными и кумулятивными эффектами, поэтому все большее внимание уделяется природным, в частности, растительным АО. Фенольные соединения (ФС) являются одним из наиболее распространенных классов природных веществ, обладающих разносторонним действием на организмы животных и человека. При этом имеется значительное число работ, авторы которых склонны объяснять широкий спектр лечебно-профилактической активности растительных препаратов АО свойствами ФС и флавоноидов (ФЛ), входящих в их состав. Антиоксидантная активность (АОА) в настоящее время рассматривается как возможный механизм, через который реализуются биологические эффекты ФС и ФЛ [7, 8]. По этой причине скрининг АОА природных соединений и оценка их эффективности являются актуальным направлением исследований, как для выявления механизмов их биологического действия, так и для создания препаратов на их основе.

В настоящее время описано более 40 различных методов для тестирования *in vitro* АОА отдельных соединений и сложных смесей, в том числе растительных экстрактов. Одним из методологических подходов в рамках этой задачи является изучение антирадикальной активности (АРА), как одной из составляющих АОА. Широко используемыми для характеристики природных АО являются методы гашения катион-радикала — 2,2'-азино-бис-(3-этилбензотиазолин-6-сульфоната) (ABTS<sup>•+</sup>) или стабильного хромоген-радикала — 2,2-дифенил-1-пикрилгидразила (DPPH<sup>•</sup>). Для определения общей железо-восстанавливающей активности растительных АО широко используется метод FRAP (Ferric reducing / antioxidant power). Дан-

ные методы позволяют проводить *in vitro* количественную оценку АОА соединений с различными физико-химическими свойствами и характеризуются высокой воспроизводимостью и надежностью [9 – 11].

Целью работы стало изучение АОА лекарственных растений юго-восточного региона Казахстана с использованием различных модельных систем *in vitro* и анализ содержания в них ФС и ФЛ.

### Экспериментальная часть

Объектами исследования служили растения, собранные в 2012 г. в период цветения в предгорьях Зайлиского Алатау (*Morus alba* L., *Scutellaria przewalskii* Juz., *Urtica dioica* L., *Agrimonia asiatica* Juz., *Alchemilla vulgaris* L., *Salvia officinalis* L., *Geranium collinum* Steph., *Arctium tomentosum* Mill.), в Джамбульской области (*Alhagi pseudalhagi* (M. Bieb.) Fisch., а также аптечное сырье (*Silybum marianum* L., *Phaseolus vulgaris* L., *Vaccinium myrtillus* L.).

**Получение растительных экстрактов.** Воздушно-сухое сырье измельчали и просеивали через сито с диаметром отверстий 2 мм. Для экстракции полифенольных веществ использовали растворители различной полярности: этанол, ацетон, водно-этанольные и водно-ацетоновые смеси, этилацетат, хлороформ, гексан. ФС экстрагировали 24 ч при комнатной темпера-

туре (24 – 26 °С) при соотношении сырье — растворитель 1/50 (г/объем).

**Определение общего содержания ФС и ФЛ.** Общее содержание растворимых полифенолов определяли по методу Фолина — Чокальтеу в модификации Синглетона и Росси [12]. Для этого 0,5 мл образца смешивали с 2,5 мл десятикратно разбавленного реактива Фолина — Чокальтеу (0,2N раствор) и оставляли на 3 мин. Затем добавляли 2 мл 7,5 % раствора Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> и тщательно перемешали. После инкубации раствора в течение 1 ч измеряли адсорбцию при 765 нм (Ultrospec 1100 pro, USA). Флавоноиды определяли с использованием комплексообразующей реакции с 2 % спиртовым раствором AlCl<sub>3</sub> [13]. Для этого 0,5 мл образца с содержанием экстрактивных веществ около 1 мг/мл смешивали с 1,5 мл этанола и добавляли 2 мл 2 % раствора AlCl<sub>3</sub> в этаноле. Раствор инкубировали 1 ч при комнатной температуре и измеряли адсорбцию при 415 нм. Результаты определения выражали в мг эквивалентов галловой кислоты (ФС) или рутина (ФЛ) на 1 г воздушно-сухого веса растения.

### АОА

**Железо-восстанавливающая активность (FRAP метод).** Общую восстанавливающую активность растительных экстрактов определяли по методу [14]. Для этого 100 мкл образца добавляли к 3 мл FRAP-реагента, содержащего ацетатный буфер 300 мМ, pH 3,6,

Таблица 1

Общее содержание фенольных соединений (ФС) и флавоноидов (ФЛ) (70 % водно-этанольные экстракты)

Название растения	Часть растения	ФС, мг/г сухой массы	ФЛ, мг/г сухой массы
<i>Vaccinium myrtillus</i>	побеги	65,53 ± 4,55	14,22 ± 0,92
<i>Phaseolus vulgaris</i>	створки	1,83 ± 0,09	1,41 ± 0,11
<i>Morus alba</i>	кора	5,08 ± 0,23	4,24 ± 0,17
	лист	10,14 ± 0,87	24,70 ± 1,51
<i>Agrimonia asiatica</i>	корень	59,25 ± 3,21	3,04 ± 0,22
	стебель	26,55 ± 1,07	6,05 ± 0,41
	лист	49,85 ± 2,89	27,5 ± 1,83
<i>Silybum marianum</i>	плоды	14,91 ± 0,67	2,77 ± 0,18
<i>Alhagi pseudalhagi</i>	надземная часть	41,15 ± 2,38	24,73 ± 2,12
<i>Alchemilla vulgaris</i>	корень	80,2 ± 3,54	1,92 ± 0,13
	надземная часть	64,55 ± 3,21	28,26 ± 2,21
<i>Urtica dioica</i>	стебель	2,81 ± 0,14	2,33 ± 0,16
	лист	4,80 ± 0,26	10,49 ± 0,77
<i>Scutellaria przewalskii</i>	корень	26,65 ± 1,61	16,83 ± 1,24
	соцветия	32,05 ± 2,18	29,33 ± 2,17
	надземная часть	29,75 ± 1,95	20,92 ± 1,89
<i>Salvia officinalis</i>	корень	5,14 ± 0,43	1,12 ± 0,06
	стебель	15,47 ± 0,69	3,25 ± 0,23
	лист	42,92 ± 2,64	13,55 ± 0,93
<i>Arctium tomentosum</i>	стебель	2,06 ± 0,16	1,25 ± 0,07
	лист	5,78 ± 0,31	4,76 ± 0,24
	соцветия	20,57 ± 1,63	6,59 ± 0,52
	корень	2,47 ± 0,15	1,03 ± 0,03
<i>Geranium collinum</i>	надземная часть	131,7 ± 7,86	18,1 ± 1,15
	корень	82,60 ± 4,94	2,48 ± 0,19

Содержание ФС представлено в пересчете на галловую кислоту, содержание суммы ФЛ — в пересчете на рутин.

10 мМ 2,4,6-трис(пиридин-2-ил)-1,3,5-триазина (ТРТЗ) и 20 мМ, FeCl<sub>3</sub> · 6H<sub>2</sub>O, смешанных в соотношении 10:1:1 непосредственно перед использованием. Реакционную смесь инкубировали 10 мин при 37 °С. Регистрацию результатов проводили по увеличению оптической плотности при λ = 593 нм. Активность выражали в ммоль Fe<sup>2+</sup>/г сухой массы растения.

**DPPH метод.** Определение радикал-связывающей активности с использованием DPPH проводили согласно методу [16]. Для этого к 1 мл 10<sup>-4</sup> М DPPH в этаноле добавляли 1 мл раствора анализируемого экстракта с концентрацией примерно 0,5 – 1 мг/мл, перемешивали и инкубировали в темноте 15 мин при комнатной температуре. Реакцию контролировали по снижению оптической плотности окраски DPPH при 517 нм. АОА активность рассчитывали по формуле:

$$\% \text{ ингибирования} = \{(AB - AA)/AB\} \cdot 100,$$

где АВ — адсорбция раствора DPPH в этаноле (контроль); АА — адсорбция DPPH с анализируемым веществом (образец). Для количественной оценки АОА использовали показатель IC<sub>50</sub> и ТЕАС (Trolox-Equivalent Antioxidant Capacity). Результаты выражали в мкм ТЕ/г сухой массы растения.

**ABTS метод.** Метод базируется на подавлении образования ABTS<sup>•+</sup> веществами с АО свойствами. ABTS<sup>•+</sup> катион-радикал получали по модифицированному методу [15]. АРА веществ определяли по убыли катион-радикала ABTS<sup>•+</sup> и снижению исходной оптической плотности реагента (с адсорбцией 0,7 ± 0,02 при λ = 734 нм) через 6 мин после добавления исследуемого раствора. Для количественной оценки АРА

рассчитывали показатели IC<sub>50</sub> и ТЕАС на основании уравнений линейной регрессии, используя интервал концентраций, приводящих к ингибированию ABTS<sup>•+</sup> в диапазоне 20 – 60 %. Общую АОА выражали в мкм ТЕ/г сухой массы растения.

**Статистический анализ.** Данные получены не менее чем в 3 повторностях, обработаны методами математической статистики и в таблицах представлены в виде среднеарифметического значения и его стандартной ошибки.

### Результаты и их обсуждение

#### Содержание фенольных соединений и флавоноидов

ФС и ФЛ обуславливают многие терапевтические эффекты лекарственных растений, действующим началом которых они являются [17, 18]. В связи с этим, наряду с АОА экстрактов, анализировали содержание этих классов природных веществ. Содержание ФС и ФЛ в 70 % этанольных экстрактах исследованных растений представлено в табл. 1. Количественный состав полифенолов исследованных растений заметно отличался. Максимальное содержание ФС установлено в надземной части и корнях герани *G. collinum* (131,7 и 82,6 мг/г сухой массы). Высокое содержание ФС определено в побегах черники *V. myrtillus*, манжетки *A. vulgaris*, репешка *A. asiatica* и верблюжьей колючки *A. pseudalhari*. Наибольшее содержание ФЛ определено в соцветиях шлемника *S. przewalskii* (29,33 мг/г сухой массы). Широко используемые в лекарственных сборах створки фасоли *Ph. vulgaris*, корни и надземная

Т а б л и ц а 2

Содержание ФС, ФЛ и АОА различных экстрактов *Geranium collinum*

Образец	Экстракт	ФС, мг/г сухой массы	ФЛ, мг/г сухой массы	ТЕАС*, мкмоль ТЕ/г сухой массы		FRAP, ммоль Fe <sup>2+</sup> /г сухой массы
				ABTS	DPPH	
<b><i>G. collinum</i></b>						
<b>Последовательная экстракция</b>						
Надземная часть	гексан	0,19 ± 0,02	0,37 ± 0,02	5,37 ± 0,36	3,88 ± 0,21	3,89 ± 0,18
	хлороформ	0,13 ± 0,01	4,88 ± 0,29	67,95 ± 4,11	30,06 ± 2,13	2,73 ± 0,16
	этилацетат	1,07 ± 0,08	1,09 ± 0,06	53,66 ± 0,29	18,63 ± 0,98	10,92 ± 0,67
	этанол	81,23 ± 3,72	6,65 ± 0,04	496,36 ± 21,56	599,2 ± 32,35	980,54 ± 76,9
Корень	гексан	0	0	-	-	-
	хлороформ	0,19 ± 0,02	0,12 ± 0,01	5,74 ± 0,32	8,93 ± 0,47	3,39 ± 0,18
	этилацетат	12,60 ± 0,69	0,37 ± 0,02	78,13 ± 5,06	26,42 ± 1,79	47,61 ± 3,08
	этанол	59,17 ± 3,03	1,31 ± 0,08	472,43 ± 32,06	519,33 ± 27,68	808,36 ± 42,93
<b>Прямая экстракция</b>						
Надземная часть	95 % этанол	13,45 ± 0,73	6,86 ± 0,37	647,25 ± 42,68	1110,78 ± 64,35	972,23 ± 59,76
	80 % этанол	98,93 ± 6,74	10,58 ± 0,83	1443,08 ± 72,23	1470,45 ± 79,57	1372,3 ± 78,31
	ацетон	22,27 ± 1,31	5,82 ± 0,26	526,92 ± 29,89	391,75 ± 22,17	830,64 ± 47,23
	70 % ацетон	81,85 ± 3,83	11,49 ± 0,72	1567,51 ± 83,14	1645,38 ± 78,34	1536,32 ± 85,87
Корень	95 % этанол	56,83 ± 3,25	1,51 ± 0,08	931,56 ± 52,76	987,29 ± 67,56	738,93 ± 41,17
	80 % этанол	76,75 ± 4,92	2,28 ± 0,14	1135,53 ± 79,33	1262,81 ± 67,98	1011,12 ± 57,76
	ацетон	45,56 ± 2,93	1,05 ± 0,07	925,07 ± 57,98	1043,57 ± 65,13	413,94 ± 28,28
	70 % ацетон	105,04 ± 6,47	3,56 ± 0,21	2114,52 ± 147,53	1889,63 ± 97,43	1430,52 ± 86,63

\* ТЕАС (Trolox-Equivalent Antioxidant Capacity). Результаты выражали в мкмоль ТЕ/г сухой массы растения с использованием ABTS и DPPH радикальных систем.

часть лопуха *A. tomentosum*, крапива *U. dioica* имели низкое содержание ФС и ФЛ.

Из-за большого разнообразия структур и свойств ФС не существует единого пути их выделения, поэтому для экстракции были использованы экстрагенты с различной полярностью, и разные схемы выделения. В табл. 2 приведены данные по влиянию природы растворителя на характер распределения ФС, ФЛ и АОА при последовательной экстракции *G. collinum* гексаном — хлороформом — этилацетатом — этанолом и прямой экстракции водно-спиртовыми и водно-ацетоновыми смесями. Проведенные исследования показали, что для *G. collinum* и других исследованных растений (*A. pseudalhari*, *A. asiatica*, *A. vulgaris*, неприведенные данные) максимальное извлечение ФС и ФЛ наблюдается при использовании для экстракции водно-ацетоновых и водно-спиртовых смесей. Неполарные и малополярные растворители обладали более низкой экстрагирующей активностью.

### АОА растительных экстрактов

Для анализа АОА экстрактов исследуемых растений применили различные индикаторные системы *in vitro*, комплексное использование которых позволяет более детально и полно оценить различные механизмы АОА многокомпонентных субстанций. Общую

восстанавливающую активность определяли методом FRAP, базирующемся на восстановлении  $Fe^{3+}$  в комплексе с TPTZ, до  $Fe(TPTZ)^{2+}$  в присутствии соединений с восстанавливающими свойствами. Метод обеспечивает возможность прямого определения низкомолекулярных АО на уровне  $10^{-6} - 10^{-3}$  моль/дм<sup>3</sup>. Антирадикальную активность детектировали с использованием стабильных ABTS<sup>+</sup> и DPPH<sup>+</sup> радикалов. Результаты проведенного исследования суммированы в табл. 3.

Проведенный скрининг выявил широкий диапазон варьирования АОА экстрактов изученных растений: TEAC<sub>DPPH</sub> — 2322,0 – 3,6 ммоль/г сухой массы; TEAC<sub>ABTS</sub> — 1622,8 – 4,4 ммоль/г сухой массы; FRAP — 9,7 – 1852 ммоль Fe<sup>2+</sup>/г сухой массы. Максимальная АОА, в том числе АРА, установленная по способности восстанавливать OH<sup>\*</sup> в реакции как с DPPH<sup>\*</sup>, так и в реакции с ABTS<sup>\*\*</sup>, а также общая восстанавливающая активность были определены для экстрактов *G. collinum*. Высокие показатели АОА установлены для корней *A. asiatica*, *A. vulgaris* и *A. pseudalhari*, а также для аптечного образца побегов черники *V. myrtilus*. Широко используемые в качестве вспомогательных антидиабетических средств листья *M. alba* имеют низкие показатели АРА и высокое значение железо-связываю-

Таблица 3

### Антиоксидантная активность (АОА) 70 % водно-этанольных экстрактов

Название растения	Исследуемая часть	TEAC*, ммоль TE/г сухой массы		IC <sub>50</sub> , мг/мл		FRAP, ммоль Fe <sup>2+</sup> /г сухой массы
		ABTS <sup>**</sup>	DPPH <sup>*</sup>	ABTS <sup>**</sup>	DPPH <sup>*</sup>	
<i>V. myrtilus</i>	побеги	717,7 ± 14,6	119,6 ± 7,28	0,30 ± 0,02	0,53 ± 0,03	1097,24 ± 26,99
<i>Ph. vulgaris</i>	створки	12,6 ± 0,75	24,3 ± 1,43	18,69 ± 1,07	2,99 ± 0,13	15,78 ± 0,78
<i>M. alba</i>	кора	591,54 ± 18,31	38,71 ± 2,08	0,39 ± 0,02	1,72 ± 0,08	39,44 ± 2,19
	лист	54,52 ± 2,63	50,07 ± 2,12	3,68 ± 1,17	1,29 ± 0,04	216,05 ± 10,15
<i>A. asiatica</i>	корень	748,45 ± 22,45	600,70 ± 24,47	0,29 ± 0,01	0,11 ± 0,01	1105,51 ± 57,12
	стебель	199,69 ± 5,78	491,65 ± 19,65	1,14 ± 0,05	0,13 ± 0,01	880,04 ± 25,76
	лист	556,15 ± 18,94	581,62 ± 21,87	0,36 ± 0,02	0,11 ± 0,01	477,85 ± 19,85
<i>S. marianum</i>	плоды	104,80 ± 4,87	46,15 ± 2,84	0,22 ± 0,01	1,41 ± 0,11	145,63 ± 8,75
<i>A. pseudalhari</i>	надземная часть	305,0 ± 7,65	1067,42 ± 32,7	0,69 ± 0,05	0,11 ± 0,01	806,78 ± 37,62
<i>A. vulgaris</i>	корень	495,38 ± 19,32	1535,5 ± 72,15	0,46 ± 0,03	0,06 ± 0,01	988,92 ± 49,76
	надземная часть	366,55 ± 12,62	841,84 ± 36,41	0,59 ± 0,03	0,08 ± 0,01	963,17 ± 43,00
<i>U. dioica</i>	стебель	11,40 ± 0,67	12,95 ± 0,98	17,13 ± 0,97	7,37 ± 0,41	14,33 ± 1,07
	лист	25,59 ± 0,98	86,89 ± 6,07	8,62 ± 0,56	0,81 ± 0,05	62,78 ± 3,88
<i>S. przewalskii</i>	корень	97,20 ± 5,72	425,63 ± 14,74	2,54 ± 0,17	0,17 ± 0,01	363,95 ± 14,97
	соцветия	171,23 ± 3,97	462,25 ± 19,45	1,31 ± 0,08	0,15 ± 0,01	361,25 ± 17,22
	надземная часть	288,15 ± 9,77	417,71 ± 21,68	0,83 ± 0,34	0,17 ± 0,01	414,53 ± 18,56
<i>S. officinalis</i>	корень	22,56 ± 0,88	59,96 ± 3,42	9,59 ± 0,67	1,08 ± 0,04	73,20 ± 4,11
	стебель	88,39 ± 3,56	278,30 ± 10,08	2,74 ± 0,19	0,23 ± 0,01	293,31 ± 14,17
	лист	178,15 ± 6,94	563,48 ± 33,15	1,21 ± 0,05	0,11 ± 0,01	722,25 ± 35,48
<i>A. tomentosum</i>	стебель	4,41 ± 0,19	3,653 ± 0,17	40,0 ± 1,18	17,56 ± 0,92	9,72 ± 0,67
	лист	13,35 ± 0,68	9,907 ± 0,65	15,06 ± 0,78	6,401 ± 0,29	30,11 ± 1,90
	соцветия	88,69 ± 5,90	9,924 ± 0,47	2,43 ± 0,15	6,389 ± 0,27	340,0 ± 14,28
	корень	7,64 ± 0,57	22,89 ± 1,09	27,25 ± 1,18	2,877 ± 0,16	37,78 ± 1,78
<i>G. collinum</i>	надземная часть	1612,76 ± 84,73	2322,0 ± 98,67	0,15 ± 0,01	0,027 ± 0,002	1852,75 ± 77,4
	корень	1070,4 ± 57,23	1435,5 ± 48,33	0,19 ± 0,02	0,045 ± 0,003	1030,52 ± 58,9

\* TEAC (Trolox-Equivalent Antioxidant Capacity). Результаты выражали в ммоль TE/г сухой массы растения с использованием ABTS и DPPH радикальных систем.

щей активности. Низкая АОА, как хелатирующая, так и АРА, определена в экстрактах надземной части и корнях *A. tomentosum*, в створках *P. vulgaris* и стеблях *U. dioica*. Для водно-этанольных и водно-ацетоновых экстрактов *G. collinum* и *A. asiatica* установлена прямо пропорциональная зависимость их АОА от содержания ФС. Проведенные исследования показали, что суммарные композиции ФС некоторых из изученных растений являются активными АО, способными на разных этапах образования АФК тормозить эти процессы. Полученные данные могут быть использованы для дополнительной характеристики биологической активности изученных лекарственных растений.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Е. Б. Меньшикова, Н. К. Зенков, В. З. Ланкин и др., *Окислительный стресс*, АРТА, Новосибирск (2008).
2. J. A. Knight, *Ann. Clin. Lab. Sci.*, **25**(2), 111 – 121 (1995).
3. T. Finkel, *Cur. Opin. in Cell Biol.*, **15**(2), 247 – 541 (2003).
4. B. Halliwell, J. Gutteridge, and C. Cross, *J. Lab. Clin. Med.*, **119**, 598 – 622 (1992).
5. E. N. Frankel and J. W. Finley, *J. Agric. Food Chem.*, **56**, 4901 – 4908 (2008).
6. I. C. W. Arts and P. C. H. Hollman, *Am. J. Clin. Nutr.*, **81**(3), 317 – 325 (2005).
7. O. M. Andersen and K. R. Markham, in: *Flavonoids: Chemistry, Biochemistry and Application*, CRC Press (2005).
8. E. Middleton, C. Kandaswami, and T. C. Theoharides, *Pharmacol. Rev.*, **52**(4), 15 – 25 (2000).
9. D. Haung, B. Ou, and R. L. Prior, *J. Agric. Chem.*, **53**, 1841 – 1856 (2005).
10. J. K. Moon and T. Shibamoto, *J. Agric. Food Chem.*, **57**, 1655 – 1666 (2009).
11. В. В. Хасанов, Г. Л. Рыжова, Е. В. Малышева, *Химия растит. сырья*, **3**, 63 – 75 (2004).
12. V. L. Singleton and J. A. Rossi, *Am. J. Enol. Vitic.*, **16**, 144 – 158 (1965).
13. G. Miliauskas, P. R. Venskutonis, and T. A. van Beek, *Food Chem.*, **85**, 231 – 237 (2004).
14. I. F. F. Benzie and J. J. Strain, *Anal. Biochem.*, **239**, 70 – 76 (1996).
15. R. Re, N. Pellegrini, A. Proteggente, et al., *Free Rad. Biol. Med.*, **26**, 1231 – 1237 (1999).
16. I. I. Koleva, T. A. Van Beek, J. P. H. Linssen, et al., *Phytochem. Anal.*, **13**, 8 – 17 (2002).
17. C. A. Rice-Evans, N. J. Miller, and G. Paganga, *Free Rad. Biol. Med.*, **20**, 933 – 956 (1996).
18. E. Middleton, C. Kandaswami, and T. Theoharides, *Pharmacol. Rev.*, **52**, 673 – 675 (2000).

Поступила 05.09.14

## ANTIOXIDANT ACTIVITY OF MEDICINAL HERBS FROM SOUTH-EASTERN REGION OF KAZAKHSTAN

O. A. Sapko, O. V. Chebonenko, A. Sh. Utarbaeva\*, A. Zh. Amirkulova, and A. K. Tursunova

M. Aitkhozhin Institute of Molecular Biology and Biochemistry, Almaty, 050012 Kazakhstan;

\* e-mail: a.utar@mail.ru

We have studied the antioxidant activity (AOA) and total content of phenolic and flavonoids in extracts of some medicinal herbs from south-eastern region of Kazakhstan. The antioxidant activity was evaluated *in vitro* using the cation-radical ABTS<sup>+</sup> (2,2'-azino-bis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonate), DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl), and FRAP method. The results revealed a wide range of variation of the antioxidant and antiradical activity of examined herbs. The maximum antioxidant and antiradical activity was found in extracts of roots and aerial parts of *Geranium collinum*; High activity was observed in extracts of *Agrimonia asiatica*, *Alchemilla vulgaris* and *Alhagi pseudalhagi*. The AOA of water-ethanol and water-acetone extracts *G. collinum* and *A. asiatica* showed reliable correlation with their total phenolic content.

**Keywords:** medicinal herbs; antioxidant activity; phenolic compounds; flavonoids.