

АНТИОКСИДАНТНАЯ АКТИВНОСТЬ ЭКСТРАКТОВ НЕКОТОРЫХ ЛЕКАРСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ И ИХ СМЕСЕЙ

Л. Р. Варданян, Р. Л. Варданян, А. Г. Галстян, Л. В. Атабекян

Горисский Государственный Университет

Поступила в редакцию 25.09.2018 г.

Аннотация. В последнее время ученые разных специальностей приходят к выводу, что в основе многих патологических процессов в организме, приводящих к различным заболеваниям и в конечном итоге к старению, лежит одно и то же явление. Это повреждение клеточных оболочек и других структур внутри клетки свободными радикалами кислорода. В зависимости от того, какие структуры повреждены - наследственное вещество (ДНК) или наружная мембрана, - либо развивается онкологическое заболевание, либо наблюдаются другие нарушения. По мере старения организма активность свободных радикалов возрастает и риск различных возрастных болезней увеличивается. В организме концентрация свободных радикалов регулируется специальными ферментами, обладающими антиоксидантными свойствами. Применение лекарственных растений способствует регулированию концентрации указанных активных центров, поскольку они содержат в достаточном количестве вещества обладающие антиоксидантными свойствами. Теперь, когда известна причина этих негативных изменений, многие медицинские центры разрабатывают вещества – антиоксиданты (АО), которые могут противостоять действию свободных радикалов. Пищевыми антиоксидантами богаты растения. Как литературные данные так и нами полученные данные, свидетельствуют о том, что химический состав экстракта одного и того же вида лекарственного растения чаще не воспроизводится и зависит от географической долготы произрастания данного растения, от погодно-климатических и экологических условий, от химического состава почвы и воздушной среды, от времени сбора и ряда других факторов (выбор растворителя, температуры и динамики экстракции). Известно также, что экстракты растений представляют собой многокомпонентные системы, содержащие множество АО соединений.

На примере 12 лекарственных растений исследовано антиоксидантное действие индивидуальных экстрактов и их смеси на кинетику окисления кумола. Показано, что все исследованные экстракты проявляют антиоксидантные свойства. Определены эффективные содержания антиоксидантов в каждом экстракте и их антиоксидантные активности - константы скорости реакции $InH + RO_2 \rightarrow In + ROOH$.

Установлен эффект антагонизма и синергизма в совместном ингибирующем действии экстрактов. Максимальный эффект синергизма проявился в смеси экстрактов из листьев и колючек астрагала шерстистоцветкового (62.5%), а антагонизма-в смеси экстрактов из травядиантума венерин волосы и цветков тысячелистниказолотистого(-35%). Эффект аддитивности проявила смесь экстрактов из листьев ежевики неколючей и травы адиянтума венерин волосы.

Ключевые слова: антиоксиданты, синергизм, антогонизм, аддитивность, экстракт.

Для стабилизации пищевых продуктов, косметических масел, фармпрепаратов и прочих легкоокисляющихся органических веществ от окислительных стрессов все более широко используют экстракты и эфирные масла растительного происхождения. Известно, что указанные материалы

являются многокомпонентными системами, из которых антиоксидантными свойствами обладают флавоноиды, низкомолекулярные фенолы, витамины А, Е, С и прочие другие соединения (дубильные вещества, каротиноиды, токоферолы). Из литературы [1-5] известно, что смеси этих компонентов могут привести к эффектам синергизма или же антагонизма торможения окислительного процесса.

На практике в кулинарии, косметике и научной медицине часто используют смеси экстрактов различных лекарственных растений. Какие антиоксидантные свойства (АО) будут проявлять эти смеси остается не выясненными. Эффект синергизма в действии АО до настоящего времени выявляют экспериментальным путем. Несмотря на существующие классификации синергизма [6-8], отсутствуют достоверные критерии, позволяющие на основании представленных о химическом строении составляющих АО, однозначно прогнозировать возможность аддитивности, синергизма или антагонизма в совместном действии экстрактов. В связи с этим с целью поиска смеси экстрактов обладающей наибольшей антиоксидантной активностью (АОА), для каждой смеси экстрактов необходимо экспериментальное исследование ее АО действия. На основании этих данных представляется возможным прогнозировать действие смесей экстрактов, как АО, обеспечить высокую эффективность ингибирования и возможность при их малых количествах безвредное длительное использование в пищевых или лечебных целях.

Ранее, в работах [9-12], нами исследованы АО свойства экстрактов более 150 лекарственных растений. Определены эффективные, суммарные содержания АО в каждом экстракте. При этом не учитывались возможности факта синергизма или же антагонизма отдельными компонентами, содержащимися в исследованных экстрактах.

Целью работы является исследование совместного действия экстрактов различных лекарственных растений, как АО.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

АО свойства экстрактов и их смесей исследовали на примере модельной реакции инициированного окисления кумола. В качестве инициатора радикалов служил азо-ди-изобутиронитрил (АИБН), растворителем - хлорбензол. Сбор сырья осуществляли в фазу цветения растений из окрестностей г.Гориса Республики Армения (1650 м.н.у.м.). Сушка сырья и экстракция проводилась по стандартной методике [13] при комнатной температуре. С целью получения экстракта высушенное сырье измельчали в керамической ступке до порошкообразного состояния (≤ 1 мм), пропускали через сито с диаметром отверстия 1 мм. На полученный порошок, при комнатной температуре, добавляли перегнанный этилацетат (на 1 г порошка – 20 см³) и через сутки отфильтровали бумажным фильтром. Фильтрат в течении 3

часов испаряли в вакуумном сушильном шкафу до постоянного веса при комнатной температуре.

Использованные реактивы кумол (Китай, "SIGMA-ALDRICH", 98%), АИБН (Украина, "РИАП", "ч"), хлорбензол (Германия, "Alfa Aesar", 99%), этилацетат (Россия) очищались по методике, описанной в [14]. Концентрация кумола во всех опытах составляла 2.87 моль/дм³. В исследованных композициях: кумол-АИБН-хлорбензол-экстракт изменяли абсолютные количества и соотношения экстрактов. При этом, по обнаруженным периодам индукции поглощения кислорода, количественно оценивали АО действие как индивидуальных экстрактов, так и их бинарных смесей. Список используемых экстрактов приведен в табл. 1.

Для оценки действия двух экстрактов, как АО, сопоставляли между собой сумму периодов индукции ($\Sigma\tau_i$) окисления отдельных экстрактов (аддитивное действие) и брутто эффективности их смесей (τ_Σ). В тех случаях, когда получали $\tau_\Sigma = \Sigma\tau_i$, имели дело с аддитивным действием экстрактов, как АО. В случае же когда $\tau_\Sigma > \Sigma\tau_i$, констатировали эффект синергизма. Если же совместное действие двух экстрактов было меньше, чем сумма эффектов ингибирования отдельных экстрактов $\tau_\Sigma < \Sigma\tau_i$, то делали заключение о проявлении антагонизма в совместном действии экстрактов. Эффект синергизма (или же антагонизма) оценивали по разности $\Delta\tau = \tau_\Sigma - \Sigma\tau_i$, либо отношением $\frac{\Delta\tau}{\Sigma\tau_i} \cdot 100\%$.

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Прежде чем исследовать совместное действие экстрактов на примере модельной реакции окисления кумола проверили антиоксидантные свойства индивидуальных экстрактов. Опыты показали, что все исследованные экстракты проявляют АО свойства. В их присутствии на кинетических кривых поглощения кислорода появляются четко выраженные периоды индукции (рис.1), которые описываются уравнением 1 (рис.2).

$$\tau = f \cdot [InH]/V_i, \quad (1)$$

где f - стехиометрический коэффициент ингибирования, τ - число радикалов обрывающихся на молекуле АО, $[InH]$ – суммарное-эффективное содержание АО в данной навеске экстракта, V_i - скорость инициирования первичных радикалов, по которому вычисляли содержание АО веществ. Поскольку в исследованных экстрактах вследствие их сложного многокомпонентного состава не идентифицировано какое именно соединение проявляет АО свойства, определяли лишь их эффективную концентрацию $f \cdot [InH]$ (табл. 1).

Таблица 1.

Содержание антиоксидантов и антиоксидантная активность экстрактов исследованных растений, T=348К.

№	Название растения	Орган Растения	Время сбора	Содержание АО в 1мг экстракта $f[\mu\text{H}]\cdot 10^4$ моль/л	АОА					
					$k_{71}\cdot 10^2$ л/моль·с	IgA	E кал/моль	$k_{71}\cdot 10^2$ л/моль·с	IgA	E кал/моль
1.	Герань луговая (ГЛ) <i>Geranium pratense</i>	Трава	16.06	0.42	5.46	13.23	13518	6.76	6.53	5893
2.	Подмаренник желтый (ПЖ) <i>Galium verum</i>	Трава	16.06	0.40	4.45	11.71	11241	4.20	11.06	18508
3.	Потренок большой (ПБ) <i>Rhinanthus alectorolophus</i>	Трава	16.06	0.29	3.17	9.24	7536	5.75	10.92	13200
		листья		0.48	2.97	7.40	4561	4.43	9.10	24380
4.	Шалфей мускатный (ШМ) <i>Salvia sclarea</i>	листья	16.06	1.04	7.87	10.46	8855	2.00	6.89	7300
		цветы		0.95	3.76	10.31	9128	2.80	5.39	5040
		стебли		1.27	8.28	16.60	18597	2.23	6.84	6916
5.	Астрагал перистоцветковый (АШ) <i>Astragalus</i>	Цветы	10.06	0.22	3.12	9.80	8467	3.85	11.05	13547
		Листья		0.30	3.05	8.40	6227	2.91	9.61	11368
		Колочки		1.27	7.75	14.19	14794	2.43	14.93	19957
6.	Акация (АК) <i>Acacia</i>	цветы желтые	16.06	0.46	2.15	11.02	11988	2.00	7.75	8676
		цветы	16.06	1.01	4.87	14.69	15910	1.35	4.27	3400
7.	Лук шнитт (ЛШ) <i>Allium schoenoprasum</i>	стебли		0.83	6.57	8.84	6400	2.80	11.02	14150
8.	Альбиция коранская (АЛ) <i>Albizia julibrissin</i>	листья	18.07	0.76	2.35	11.28	11000	2.3	9.54	11412
9.	Адиантум венерин волос (АВ) <i>Adiantum capillus-veneris</i>	Трава	01.07	0.78	3.75	11.47	10983	3.20	7.12	7350
10.	Ежевика не колючая (ЕНК) <i>Rubus</i>	листья	01.07	1.27	3.32	19.74	23795	2.66	13.03	16872
11.	Чистотел (Ч) <i>Chelidonium</i>	листья	04.09	1.50	2.10	17.43	20855	2.55	9.38	11080
12.	Тысячелистник золотой (ТЗ) <i>Achillea aurea</i>	цветы	27.06	1.24	1.74	10.47	10400	*	*	*

* - продукты окисления исходных АО не проявляют ингибирующего действия.

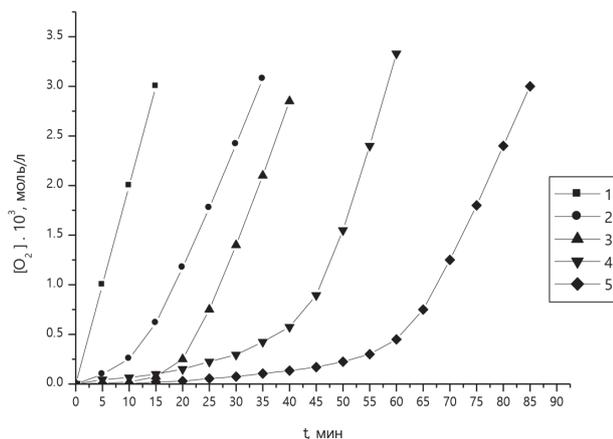
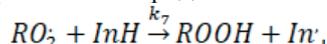


Рис. 1. Кинетические кривые поглощения кислорода при окислении кумола в отсутствие (1) и в присутствии экстракта листьев погромака большого (2; 1.875 мг), албиции ленкоранской (3; 1.97мг), цветковлука шнитта (4; 2.52 мг) и листьев чистотела (5; 3.мг). Объем реакционной смеси 5мл, скорость инициирования $V_i = 1.25 \cdot 10^{-7}$ моль/л·с, $T = 348$ К.

Необходимо отметить, что АО свойства веществ в экстрактах растений зависят не только от их количественного содержания, но и от активности, которая характеризуется константой скорости реакции пероксильных радикалов с ингибитором



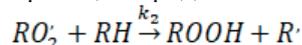
т.е. линейного обрыва цепей (k_7 - обозначена согласно общепринятой схеме цепного окисления [15]).

Значение k_7 определяли по уравнению [16]:

$$\Delta[O_2] = -\frac{k_2}{k_7} [RH] \ln(1 - t/\tau), \quad (2)$$

где $\Delta[O_2]$ количество поглощенного кислорода за время $t < \tau$, τ - период индукции, $[RH]$ - концен-

трация кумола, $k_2 = 4.677 \cdot 10^6 \exp\left(-\frac{9800}{RT}\right)$ -константа скорости реакции продолжения цепей [17]:



Для иллюстрации на рис. 3 представлены зависимости $\Delta[O_2]$ от $\ln(1 - t/\tau)$ при окислении кумола в присутствии экстрактов. По тангенсу углов наклона полученных прямых рассчитали значения k_7 , характеризующие АОА ингибиторов, содержащихся в исследованных экстрактах (табл. 1).

Из данных таблицы следует, что из исследованных экстрактов в наибольшем количестве АО (в пересчете на 1мг экстракта) содержится в листьях чистотела ($1.5 \cdot 10^4$ моль/л), а по АОА выделяется экстракт из листьев и стеблей шалфея мускатного (соответственно, $7.8 \cdot 10^4$ и $8.27 \cdot 10^4$ л/моль·с).

Опыты показали, что скорость окисления кумола в присутствии исследованных экстрактов (за исключением тысячелистника золотистого) после индукционного периода значительно меньше скорости окисления чистого кумола (рис. 1). Это свидетельствует о том, что продукты окислительного превращения (QH) исходных АО в экстрактах также обладают ингибирующими свойствами. При этом в свободнорадикальном процессе окисления кумола в присутствии QH обрыв цепей осуществляется как линейно $RO_2 + QH \xrightarrow{k_{71}} ROOH + Q'$, так и квадратично $RO_2 + RO_2 \xrightarrow{k_8}$ молек. продукты и длина цепей ингибированного окисления кумола ($\vartheta = V_{O_2}/V_i$) остаётся больше пяти.

В этом случае между максимальными скоростями поглощения кислорода ингибированного (V_∞) и неингибированного (V_0) окисления кумола наблюдается зависимость [16].

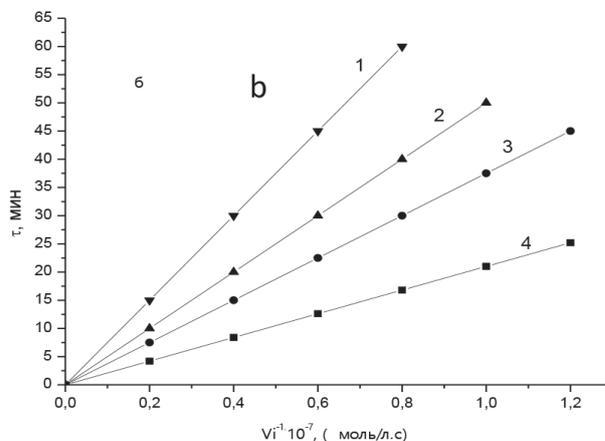
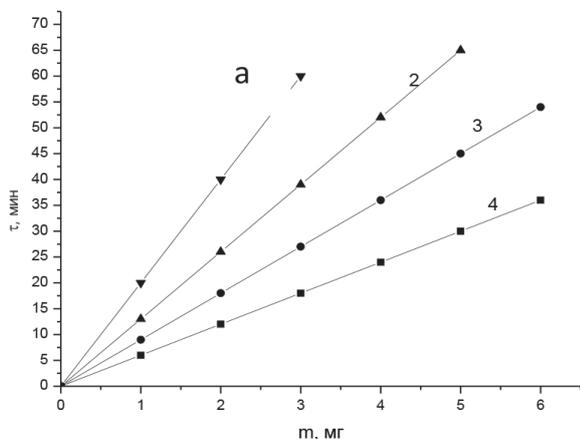


Рис. 2. Зависимость периодов индукции поглощения кислорода при окислении кумола а) от содержания экстракта листьев чистотела (1), цветков лука шнитта (2), листьев албиции ленкоранской (3), погромака большого (4) при $V_i = 1.25 \cdot 10^{-7}$ моль/л·с, и б) от скорости инициирования (1' -4'; $m=4$ мг), $T = 348$ К.

$$\frac{V_0}{V_\infty} - \frac{V_\infty}{V_0} = \frac{k_{71}[\text{QH}]}{\sqrt{k_6}V_i} \quad (3)$$

При окислении кумола в присутствии исследованных экстрактов значения максимальных скоростей (V_0) и (V_∞) подчиняются уравнению (3) (см. рис. 4). Это позволило определить отношение $\frac{k_{71}}{\sqrt{k_6}}$ и, принимая, что концентрация исходных АО и продуктов их окисления одинаковы (т.е. $[f \cdot \text{InH}] = [\text{QH}]$), а для кумола $k_6 = 4.74 \cdot 10^5 \exp\left(-\frac{1800}{RT}\right)$ [17] вычислить величину k_{71} (таблица 1), характеризующую АОА QH . Как видно из данных таблицы 1 из продуктов окисления в наибольшей степени АОА проявляет экстракт травы герань луговая ($6,67 \cdot 10^2$ л/моль с)

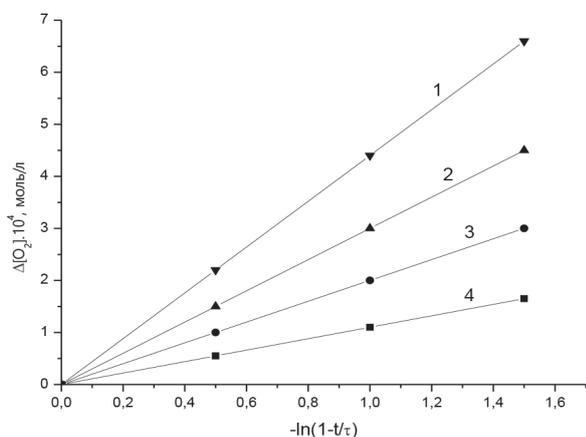


Рис. 3. Зависимость количества поглощенного кислорода при окислении кумола за время периода индукции в присутствии экстракта из листьев чистотела (1), травы погремка большого (2), подмаренника желтого (3) и листьев шалфея мускатного (4) от параметра $\ln(1-t/\tau)$, $T = 348$ К.

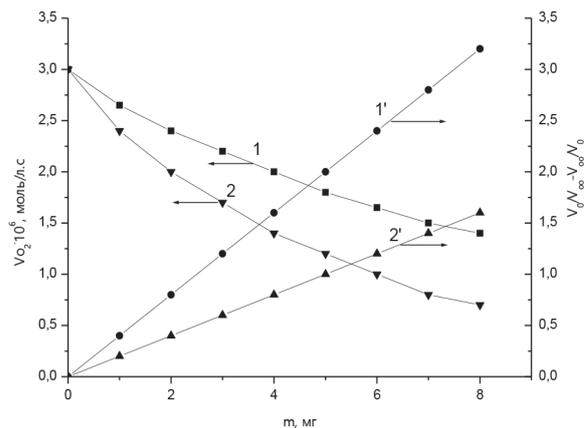


Рис. 4. Зависимость предельной скорости окисления кумола от количества экстракта из травы герани луговой (1; 1') и цветков лука шнитта. $V_i = 1.25 \cdot 10^{-7}$ моль/л с, $T = 348$ К.

В интервале 328-348К определены температурные зависимости для параметров k_7 и k_{71} в аррениусовых координатах $k_i = k_{i0} \exp\left(-\frac{E_i}{RT}\right)$. Результаты $\lg k_{i0}$ и E_i приведены в таблице 1 и могут быть использованы при расчёте АОА исследованных экстрактов для любых температур.

Как представлено во введении статьи, экстракты растений представляют собой многокомпонентные системы [18-20], содержащие множество АО соединений. Измеренные нами величины $f[\text{InH}]$ характеризуют эффективное количество АО в экстрактах лекарственных растений, поскольку смеси АО могут привести к явлениям синергизма или же антагонизма. Для проверки этого исследовали АО свойства смеси экстрактов различных растений на кинетику окисления кумола. С этой целью измеряли суммы периодов индукции как для индивидуальных $\Sigma\tau_i$, так и для смеси τ_Σ экстрактов растений.

Таблица 2

Совместное действие этилацетатных экстрактов растений на период индукции окисления кумола.

$V_i = 2.25 \cdot 10^{-7}$ моль/л · с, $T = 348$ К.

	Название растения	Навеска экстракта m, мг	τ_i , мин.	$\Sigma\tau_i$, мин.	τ_Σ , мин.	$\Delta\tau$, мин.	$\frac{\Delta\tau}{\Sigma\tau_i} \cdot 100\%$
1.	Листья ШМ+ цветы ШМ	2.23 + 2.783	26; 34.7	60.7	70	9	14.75
2.	Листья ШМ +стебли ШМ	0.893 + 4.175	10; 54	64	64	0	0
3.	Стебли ШМ+цветы ШМ	0.825 + 1	14; 13	27	21	-6	-22.22
4.	Цветы АШ +стебли ШМ	1.73 + 1.24	5; 21	26	22	-4	-15.38
5.	Цветы АК +стебли ШМ	3.23 + 3	20; 28	48	39	-9	-18.75
6.	Листья АШ +цветы АК	3 + 3	12; 18	30	30	0	0
7.	Листья АШ+колочки АШ	3 + 0.71	12; 12	24	39	15	62.5
8.	Цветы ЛС+трава ПБ	2.82+ 6.46	38; 25	63	47	-16	-25.39
9.	Стебли ЛС+цветы ЛС	1.125 + 1.614	12; 22	34	30	-4	-11.76
10.	Цветы АЛ+цветы ТЗ	2 + 2	22; 33	53	45	-8	-15.10
11.	АВ+цветы ТЗ	2 + 2	21; 33	54	35	-9	-35.20
12.	Листья ЕНК + АВ	2 + 2	34; 21	55	55	0	0
13.	Листья Ч + АВ	2 + 2	40; 21	61	46	-15	-24.60

Результаты исследований приведены в табл. 2, из которой следует, что смеси экстрактов разных растений проявляют разные эффекты ингибирования: синергизм, антагонизм и аддитивность. При этом чаще всего использованные смеси приводят к эффекту антагонизма. Синергизм обнаружен только на примере смеси экстрактов листьев и колючек астрагала.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В заключение следует отметить: определены эффективные содержания АО в экстрактах 12 разных лекарственных растений, произрастающих в Горисском регионе Армении, изучено совместное АО действие исследованных экстрактов, обнаружены эффекты аддитивности, антагонизма и синергизма. Смеси экстрактов из цветков тысячелистника золотистого и травы адиантум венерин волосы приводят к эффекту антагонизма, достигающего 35%, показано, что экстракты листьев и колючек астрагала шерстистоцветкового образуют синергические смеси, эффективность которых составляет 62.5%.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бурлаков Е.Б., Храпова Н.М. // Биологические мембраны. 1990. Т. 7. С. 612-618.
2. Hudson B J., Chavan M. // Lebensm., Wisst Technol. 1984. Vol.17. pp.191-194.
3. Hudson B.J., Mahgoub S.E. // J. Sci. Food and Agr. 1981. Vol.32. №2. pp.208-210.
4. Кочарян Г.Г., Минасян С.Г., Манукян З.О., Тавадян Л.А. // Химический журнал Армении. 2016. Т. 69. С. 22-32.
5. Kocharyan G. H., Minasyan S.H., Tavadyan L.A. // Proceeding of the Yerevan State University, Chemical and Biological Sciences. 2016. № 2. pp.49-54.
6. Карпухина Г.В., Эмануэль Н.М. // Докл. АН СССР. 1984. Т. 276. № 5. С.1163-1166.
7. Parcer J.E., Slater T.E. // Nature. 1979. Vol. 278. № 5706. pp.737-738.
8. Jithesh M.N, Prashanth S.R., Sivaprakash K.R., Parida A.K. // J. of Genetics. 2006. V85, pp 237-254.
9. Vardanyan L.R., Atabekyan L.V., Galstyan A.A., Vardanyan L.R. // The scientific method. 2018. № 24, V.1, p.31-37
10. Vardanyan L.R., Vardanyan R.L., Atabekyan L.V., Beylerian N.M. // Nova Science Publishers, USA, New York. 2010. V. 23, pp. 457-464.
11. Vardanyan L.R. // Proceedings of the YSU, Chemistry and Biology. 2015. № 3. pp. 16-22.
12. Petrosyan H.R., Vardanyan L.R., Dadayan S.A., Vardanyan R.L. // Oxidation Communications 41. 2018. №3. pp. 413-411.
13. Коничев А. С., Баурин П.В. // Вестник МГОУ. Серия естественные науки. 2011. №3. С.49.
14. Foyer C. H., Noctor. G. // Plant Ceii Environ. 2005. V. 29. pp. 1056-1071.
15. Meneguzzo S., Navari-Izzo F., Izzo R. // J. Plant. Physiol. 1999. V. 155. pp. 274-280.
16. Денисов Е.Т., Азатян В.В. Ингибирование цепных реакций. Москва, Институт химической физики в Черноголовке, 1997, С. 51.
17. Denisov E.T. Handbook of Antioxidants: CRC Press, Boca Ration. New York, Tokyo. 1995. p.174.
18. Jithesh M.N., Prashanth S.R., Sivaprakash K.R., Parida A.K. // J. of Genetics. 2006. V. 85. pp. 237-254.
19. Kocharyan G.H., Minasyan S.H., Tavadyan L.A. // Proc. Of the YSU. Chemical and biological Sciences. 2016. №1. pp. 49-54.
20. Mahajan M., Kaur S., Mahajan S., Kant R. // Indian journal of Clinical Biochemistry. 2009. № 24 (2). pp. 205-207

Гориский государственный университет
Варданян Л. Р., д. х. н., доцент
e-mail: luisemari@rambler.ru

Галстян А. Г., преподаватель
e-mail: g.anigalstyan@gmail.com

Атабекян Л. В., к.х.н., доцент
e-mail: lilit_a@mail.ru

Варданян Р. Л., д. х. н., проф.
e-mail: vrazmik@rambler.ru

Goris State University
Vardanyan L. R., PhD., DSci., associate professor
e-mail: luisemari@rambler.ru

Galstyan A. G., Teacher
e-mail: g.anigalstyan@gmail.com

Atabekyan L. V., PhD, associate professor
e-mail: lilit_a@mail.ru

Vardanyan R. L., PhD., DSci., Full Professor
e-mail: vrazmik@rambler.ru

KINETICS OF THE COMBINED ANTI-OXIDANT ACTION OF THE EXTRACTIONS OF HERB MATERIAL AND THEIR MIXTURES

L. R.Vardanyan, A. G. Galstyan, L. V. Atabekyan, R. L.Vardanyan

Goris State University

Abstract. Recently the scientists from different spheres have come to the conclusion which states that the bases of pathological processes in the organism leading to various diseases and finally aging are the same. This is the damage of cell membranes and other structures inside the cell resulting by free oxygen radicals. Depending on which structures are damaged, the hereditary substance (DNA) or the outer membrane, either a new disease develops or other disorders are observed. As the body ages the activity of free radicals as well as the risk of various aging diseases increase. The concentration of free radicals in an organism is regulated by special enzymes possessing antioxidant properties. The application of herbs regulates the concentration of the above-mentioned active centers, as they contain substances with antioxidant properties. Now that the reason of these negative changes is known lots of medical centers are developing the substances – antioxidants (AO) that can resist the effect of free radicals. Plants are rich with nutritive antioxidants. Both the works we have implemented and the literature data state that the chemical compound of the extract of the same kind of a herb isn't constant and depends on the geographical longitude, climatic and ecological conditions, the chemical compound of the soil and air, the time of gathering and other factors / such as the choice of the solvent, the infusion temperature and dynamics etc. It is also known that plant extracts are multi-component systems containing lots of antioxidants.

The antioxidant action of individual extractions of 12 medical herbs and their mixtures on the kinetics of cumene oxidation reaction was investigated. It was demonstrated that all the oxidized extractions demonstrate antioxidant properties. There were determined effective contains of anti-oxidants in each extraction and their overall anti-oxidant activity, e.g. constants of the velocity of the $(InH+RO_2 \rightarrow In\cdot + ROOH)$ reaction. There was determined the effect of antagonism and synergism inside combined inhibiting action of the extractions. The maximal effect of the synergism was demonstrated in the mixture of extractions from leaves and fruits of *Astragalus* (62.5%), and the effect of antagonism was evident in the mixture extracts from the plant of *Adiantumcapillus-venerius* and flower of *Achillea aurea* (-35%). The effect of additivity was revealed in the mixture of extractions from the leaves of *Rubus* the plant of *Adiantum capillus-veneris*.

Key words: antioxidants, synergism, antagonism, additivity effect, extraction.

REFERENCES

1. Burlakov E. B., Hrapova N. M., *Biologicheskije membrany*. 1990, Vol. 7, pp. 612-618.
2. Hudson B.J., Chavan M., *Lebensm. Wisst Technol*, 1984, Vol. 17, pp.191-194.
3. Hudson B.J., Mahgoub S.E., *J. Sci. Food and Agr*. 1981, Vol. 32, No 2, pp. 208-210.
4. Kocharjan G.G., Minasjan S.G., Manukjan Z.O., Tavadjan L.A., *Himicheskij zhurnal Armenii*, 2016, Vol. 69, pp. 22-32.
5. Kocharyan G. H., Minasyan S.H., Tavadyan L.A., *Proceeding of the Yerevan State University, Chemical and Biological Sciences*, 2016, No 2, pp. 49-54.
6. Karpuhina G.V., Jemanuel N.M., *Dokl. Acad. Sci USSR*, 1984, Vol. 276. No 5, pp. 1163-1166.
7. Parcer J.E., Slater T. E., *Nature*, 1979, Vol. 278, No 5706, p.737-738.
8. Jithesh M.N., Prashanth S.R., Sivaprakash K.R., Parida A.K., *J. of Genetics*, 2006, Vol. 85, pp 237-254.
9. Vardanyan L.R., Atabekyan L.V., Galstyan A.A., Vardanyan L.R. *The scientific method*, 2018, No 24, V.1, p.31-37.
10. Vardanyan L.R., Vardanyan R.L., Atabekyan L.V., Beylerian N.M., *Nova Science Publishers, USA, New York*, 2010, Vol. 23, pp. 457-464.
11. Vardanyan L.R., *Proceedings of the YSU, Chemistry and Biology*, 2015, No 3, pp. 16-22.
12. Petrosyan H.R., Vardanyan L.R., Dadayan S.A., Vardanyan R.L., *Oxidation Communications* 41, 2018. No 3, pp. 413-411.
13. Konicheva A.S., Borin P.V., *Vestnik MGOU. Serija estestvennyye nauki* 2011, No 3, p.49.
14. Foyer C.H., Noctor. G., *Plant Ceii Environ*, 2005, Vol. 29, pp. 1056-1071.
15. Meneguzzo S., Navari-Izzo F., Izzo R.J., *Plant. Physiol.*, 1999, Vol. 155, pp. 274-280.
16. Denisov E.T., Azatyan V.V., *Ingibirovanie cepnyh reakcij. Chernogolovka*, 1997, p.51.

Варданян Л. Р., Варданян Р. Л., Галстян А. Г., Атабекян Л. В.

17. Denisov E.T. Handbook of Antioxidants: CRC Press, Boca Ration, New York, Tokyo, 1995, p.174.

18. Jithesh M.N., Prashanth S.R., Sivaprakash K.R., Parida A.K.J., of Genetics, 2006, Vol. 85, pp. 237-254. PMID: 17406103.

19. Kocharyan G.H., Minasyan S.H., Tavadyan L.A., Proc. Of the YSU. Chemical and biological Sciences, 2016, No1, pp. 49-54.

20. Mahajan M., Kaur S., Mahajan S, Kant R., Indian journal of Clinical Biochemistry, 2009, No 24 (2), pp. 205-207. DOI:10.1007/s12291-009-0038-6.