

1. Евсиков Н.И., Измайлова Л.С., Новицкая Т.А., Киселева Л.Б., Радьков Н.В. / Комплексная добавка к органическим вяжущим для дорожного асфальтобетона пат. 950076 Респ. Беларусь, МКИ С08L95/00 / заявл. 16.02.1995.
2. Гезенцевей Л.Б., Гезенцевей Л.С. / Дорожный асфальтобетон /. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Транспорт, 1985. – 350 с.
3. Кульпо М.М., Ткачев С.М. Термоокислительная стабильность битума в присутствии присадок к маслам // Изв. НАН Беларуси. – 2005. № 5. – С. 63 – 65.
4. Кульпо М.М., Ткачев С.М., Ермак А.А. Термоокислительная стабильность битумов // Вестн. Полоц. гос. ун-та. Сер. В. Прикладные науки. – 2003. № 2. – С. 64 – 67.

УДК 542.943 – 92.78 : 615.322 : 37.012.5/6

ИЗУЧЕНИЕ АНТИОКСИДАНТНОГО ДЕЙСТВИЯ ЭКСТРАКТОВ РАСТЕНИЙ РОДА SILENE L. IN VITRO. СООБЩЕНИЕ I

¹О.У. КУАТБАЕВ, ¹П.К. КУДАБАЕВА, ¹Л.А. АЛЬМАГАМБЕТОВА, ¹А.В. ГЛАШКИН,
²Т.С. СЕЙТЕМБЕТОВ, ³Г.Ш. ЖАКСЫБАЕВА, ¹Б.И. ТУЛЕУОВ, ¹С.М. АДЕКЕНОВ
(¹г. Караганда, АО «Международный научно-производственный холдинг «Фитохимия»,
²г. Астана, Медицинский университет Астана, ³г. Темиртау, Карагандинский
государственный индустриальный университет)

Исследование противоокислительных свойств соединений принято начинать с достаточно простых химических модельных систем, в которых эффективность антиоксидантов оценивается по длительности и глубоким торможения окисления индивидуальных органических соединений. Однако, известно, что в клетках свободнорадикальному окислению подвержены фактически все основные классы молекул: липидов, белков, нуклеиновых кислот. В физиологических условиях только из цитоплазматических мембран клеток выделяется более чем достаточное количество различных гидроперекисей, что значит, речь идет не об одном окисляющем соединений, а сумме множеств соединений с различными кинетическими параметрами.

В этой связи из-за структурных различий в разных экспериментальных системах действие одних и тех же соединений может сильно различаться, что необходимо учитывать, особенно при анализе их биологической активности. [1].

Условия протекания реакции свободнорадикального цепного окисления в системах *in vitro* весьма далеки от реально происходящих в живых организмах, поэтому счита-

ется корректным оценить эффективность новых антиоксидантных лекарственных препаратов можно только в исследованиях *in vivo*. Однако, в данном случае возникнут проблемы надежной регистрации интенсивности окислительных процессов, а также разделения собственно антиоксидантной активности отдельных соединений и других видов их биологической активности.

Одним из актуальных вопросов при разработке новых антиоксидантов является также поиск их новых источников [2]. Не менее важна проблема выбора достоверных методов оценки антиоксидантного эффекта соединения при изучении *in vitro* [3].

В этом плане перспективен класс экидистероидов – природных полиоксистероидов, являющихся вторичными метаболитами эволюционно продвинутых высших растений.

В этой связи, в настоящей работе подвергли к исследованию антиоксидантной активности растение не содержащий экидистерон (для сравнения) – *Ancathia igniaria* (Spreng.) DC – семейств *Asteraceae* Dumort. (астровые) и экидистероидсодержащие из рода *Silene* L. (смолевка) семейства *Caryophyllaceae* Juss. (гвоздичные) произрастающих на территории Республики Казахстан, на выявления

антиоксидантной активности.

Исследуемые виды встречаются на всей территории Казахстана и собраны в 2012-2013 годы в фазе цветения.

Для исследований были отобраны 5 видов растений и проведена этанольная экстракция их надземных частей измельченного воздушно-сухого сырья. Экстракты упаривали и высушивали, затем обрабатывали смесью петролейного эфира и этилацетата для удаления неполярных компонентов, после чего оставшуюся водорастворимую часть экстрагировали изобутанолом с дальнейшим получением суммы экстрактивных веществ.

Целью работы явилось изучение антиоксидантного действия полученных экстрактов *Ancathia igniaria* (Spreng.) DC. (1), *Silene cretaceae* Fish. (2), *Silene wolgensis* (Hornem) Bess.ex Spreng. (3), *Silene guntensis* B. Feditsch. (4), *Silene fruticulosa* (Pall.) Schischk (5) методами определения железо-восстанавливающего потенциала FRAP – Ferric Reducing Antioxidant Power assay, оценки антиоксидантной активности (АОА) с о-фенантролином и определение общего количества полифенольных соединений по способу Фолина- Чокальтеу.

Эксперименты *in vitro* были проведены по известным методикам определения антиоксидантного эффекта индивидуальных соединений и суммарных экстрактов.

Определение железо-восстанавливающего потенциала (FRAP - метод)

Для эксперимента использовали фосфатный буфер, гидрофосфат натрия, дигидрофосфат натрия. Для приготовления фосфатного буфера был взят раствор гексацианоферрата (III) калия, раствор трихлоруксусной кислоты и раствор хлорида железа (III).

Полученные результаты отражены на рисунке 1, из которого следует, что имеет место пропорциональная зависимость между величинами оптической плотности и концентрацией всех исследованных экстрактов. Этот факт указывает на наличие в экстрактах полифенольных соединений, причем, наименее выраженная АОА наблюдается для экстракта *Ancathia igniaria* (1), а для *Silene cretaceae* (2), *Silene wolgensis* (3), *Silene guntensis* (4) и *Silene fruticulosa* (5) активность более выражена. В этом ряду экстрактов на основании данных FRAP - метода можно считать, что самая высокая АОА проявляется у экстракта *Silene wolgensis* (3).

Динамика изменения АОА, установленной с помощью FRAP-методики

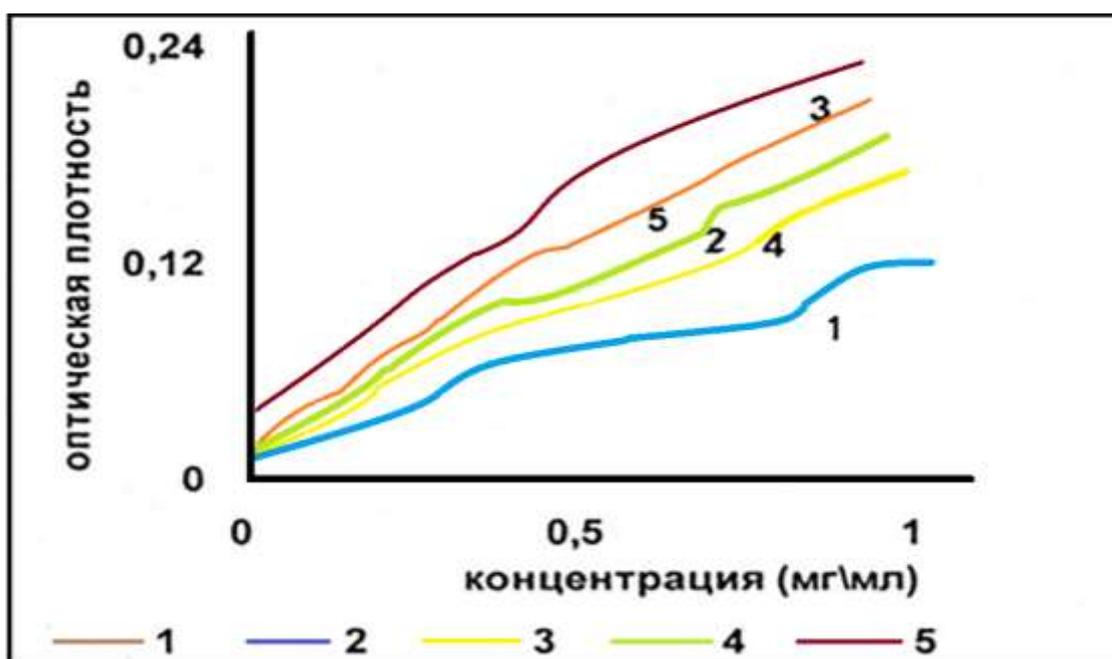


Рисунок 1.

Измерение антиоксидантной активности растительного сырья о-фенантролиновым методом

Приготовление комплексного реагента для определения оптической плотности.

К о-фенантролина добавляли дистиллированной воды и растворяли при слабом нагревании. Затем брали навеску железоаммонийных квасцов растворили в хлорной кислоте, прибавляли дистиллированной воды и растворяли при слабом нагревании. Приготовленные растворы перенесли в мерную колбу и доводили полученный объем до метки дистиллированной водой.

Показателем АОА исследуемых экстрактов по данной методике является величина коэффициента ингибирования (КИ), которая находится по следующему уравнению:

$$КИ = 1 - K_{\text{контр}} / K_{\text{исслед}}$$

Как следует из рисунка 2 самый высокий показатель КИ проявляет экстракт *Silene guntensis* (4), а для экстракта *Ancathia igniaria* (1) этот параметр при малых концентрациях имеет нулевое значение. В отличие от результатов РКАР - метода экстракт *Silene wolgensis* (3) проявил меньшую АОА (0,246). уступая данному показателю (0,4458) *Silene guntensis* (4).

Коэффициент ингибирования исследованных экстрактов

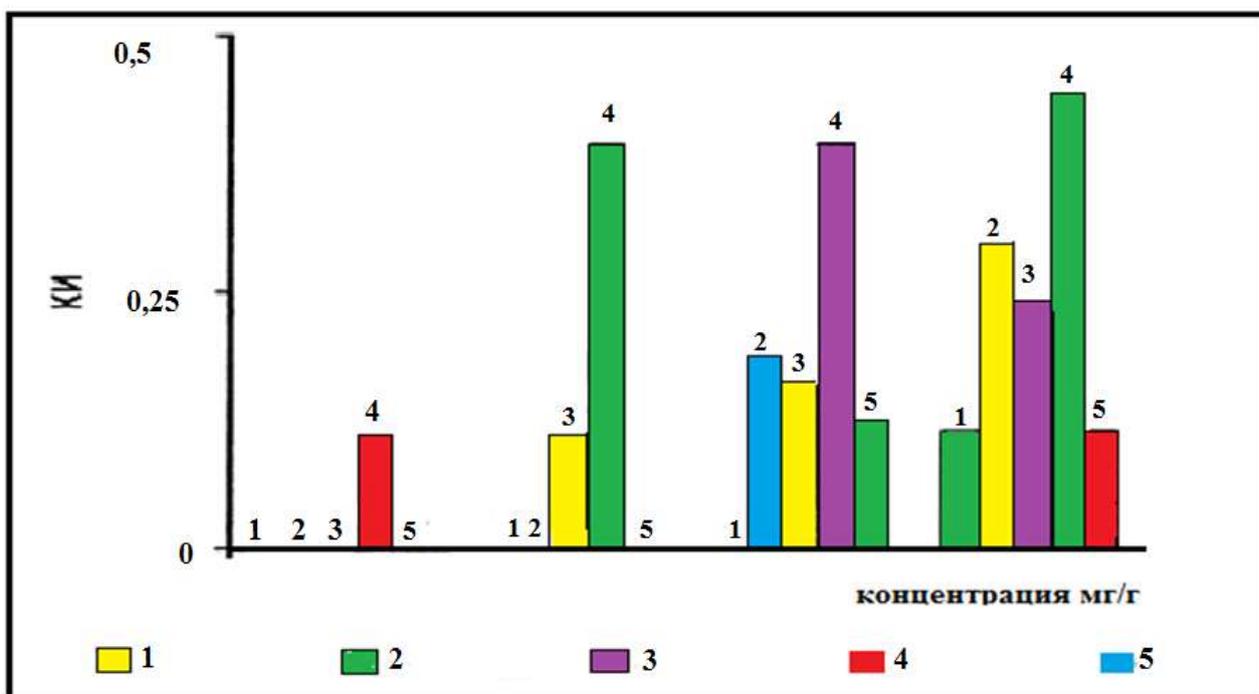


Рисунок 2.

Таблица 1.

Величины КИ в исследованных экстрактах

Экстракт \ Концентр.	0,25мг/мл	0,5мг/мл	0,75 м г/мл	1м г/мл
1	0	0	0	0,1176
2	0	0	0,193	0,3030
3	0	0,1180	0,1636	0,2460
4	0,118	0,3947	0,3950	0,4458
5	0	0	0,1180	0,1180

Определение полифенольных соединений по методу Фолина-Чокальтеу

Приготовление реактива Фолина-Чокальтеу и выполнение анализа.

$\text{Na}_2\text{WO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ Na_2MoO_4 помещали в колбу приливали воды и хорошо перемешивали. К полученному раствору добавили раствора фосфорной кислоты и HCl (х.ч.). Колбу присоединяли к обратному холодильнику и кипятили. Затем в раствор добавляли Li_2SO_4 , воды и одну часть раствора брома. Раствор перемешивали и нагревали до удаления брома. После охлаждения раствор фильтровали и разводили водой до получения 1 н. раствора кислоты. Кислотность определяли титрованием разведенного реактива раствором NaOH в присутствии фенолфталеина.

Содержание полифенольных соединений рассчитывали по эквиваленту рутина, тимола, галловой и протокатехиновой кислот (Таблица 2) на основании данных калибровочных кривых (Рисунок 3).

Калибровочные кривые стандартных образцов галловой (а) и протокатехиновой (б) кислот, тимола (в), рутина (г)

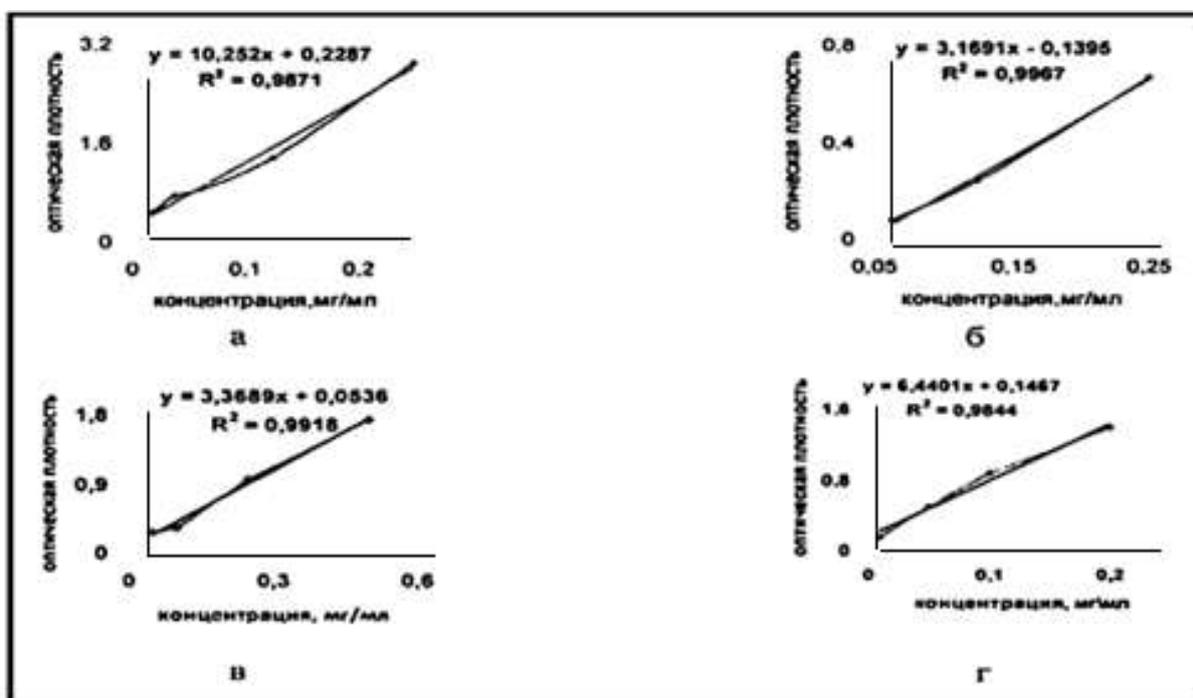


Рисунок 3.

Таблица 2.

Содержание полифенольных соединений по эквиваленту галловой и протокатехиновой кислот, рутина и тимола в исследованных экстрактах (метод Фолина-Чокальтеу)

Экстракт	Стандарты			
	Количество полифенолов, мг станд. в-ва/мг экстракта.			
	а	б	в	г
1	0,04077±0,00457	0,24807±0,01479	0,17604±0,01392	0,07763±0,00728
2	0,03641 ±0,00748	0,23398±0,02419	0,16278±0,02275	0,06231 ±0,00124
3	0,02217±0,0005	0,18791 ±0,00161	0,11945±0,00151	0,04792±0,0009
4	0,03667±0,0039	0,23478±0,01259	0,16357±0,01188	0,07105±0,00615
5	0,04311 ±0,0008	0,25565±0,0026	0,18317±0,00248	0,08136±0,00129

С целью изучения взаимосвязи между величинами АОА и уровнем полифенольных соединений, обуславливающих антиоксидантный эффект в перекисных процессах, выполнен анализ содержания полифенольных соединений по эквиваленту галловой и протокатехиновой кислот, рутина и тимола в исследованных экстрактах по известной методике с реактивом Фолина-Чокальтеу. Результаты приведены в таблице 2.

На основании полученных данных можно сделать вывод, что в ряду исследованных объектов выраженной АОА *in vitro* обладают экстракты *Silene wolgensis* (3) и *Silene guntensis* (4), а наименьшая АОА свойственна *Ancathia igniaria* (1). Анализ содержания полифенольных соединений по эквиваленту галловой и протокатехиновой кислот, рутина и тимола и исследованных экстрактах по методу

Фолина-Чокальтеу не показал существенных различий по содержанию полифенолов в образцах, т.о. можно констатировать, что общий антиоксидантный эффект суммарного образца зависит от качественного состава экстракта. На основании выше изложенного считаем, что экстракт *Silene wolgensis* следует рассматривать в качестве потенциального антиоксиданта после установления качественного состава образца, а также рекомендуем его исследовать *in vivo* при отсутствии токсичности.

Таким образом, проведено исследование *in vitro* антиоксидантной активности экстрактов ряда эдистероидсодержащих растений рода смолевка семейства гвоздичных (*Caryophyllaceae*), что позволило рекомендовать для изучения *in vivo* в качестве потенциального антиоксиданта некоторые растительные объекты.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Зенков Н.К., Кандалинцева Н.В., Ланкин В.З., Меньшикова Е.Б., Просенко А.Е. Фенольные биоантиоксиданты. – Новосибирск: СО РАМН, 2003. – 328с.
2. Меньшикова Е.Б., Ланкин В.З., Кандалинцева Н.В. Фенольные антиоксиданты биологии и медицине: Строение, свойства, механизмы действия. – LAMBERT. – 2012. – 495 с.
3. Волков В.А., Сажина Н.Н., Храмева Н.Н., и др. Проблема выбора оптимальной модельной системы для количественного анализа антиоксидантов в виноградных винах // «Окисление, окислительный стресс, антиоксиданты» Международная конференция молодых ученых и VI школа им. академика Н.М. Эмануэля: лекция и тезисы. Москва – Новосибирск, 1-4 октября. 2013г. – Москва: РУДН, 2013. – С. 275 - 276

УДК 542.943-92.78:615.322:37.012.5/6

ИЗУЧЕНИЕ АНТИОКСИДАНТНОЙ И АНТИРАДИКАЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ *IN VITRO* *SILENE FRUTICULOSA* (PALL.) SCHISCHK. СООБЩЕНИЕ II

¹О.У. КУАТБАЕВ, ¹П.К. КУДАБАЕВА, ¹А.М. КОЖАНОВА, ²Т.С. СЕЙТЕМБЕТОВ,
³Г.Ш. ЖАКСЫБАЕВА, ¹Б.И. ТУЛЕУОВ, ¹С.М. АДЕКЕНОВ
(¹г. Караганда, АО «Международный научно-производственный холдинг «Фитохимия»,
²г. Астана, Медицинский университет Астана, ³г. Темиртау, Карагандинский
государственный индустриальный университет)

Одним из приоритетных направлений развития современной биоорганической и фармацевтической химии и промышленности является комплексное фитохимическое изучение доступного дикорастущего и возобновляемого растительного сырья и выде-

ленных и него вторичных метаболитов. Флора Республики Казахстан насчитывает более 6000 видов (667 из них эндемичные) растений, богата сырьевыми запасами растения *Silene fruticulosa* (Pall.) Schischk.).

Ценность *Silene fruticulosa* (Pall.) Schischk

обусловлена высоким содержанием биологически активных веществ, в том числе фитостероидов, полифенольных соединений и других растительных метаболитов. Определенный интерес представляет полиоксистероид экистерон – основной хемотаксономический маркер вышеуказанного растения. Имеющиеся литературные данные указывают на значительный потенциал биоактивности, в том числе антиоксидантного действия, указанного фитостероида [1-6].

Антиоксиданты растительного происхождения, сочетая в себе высокую биологическую активность и низкую токсичность, являются эффективным решением при проблеме поиска новых антиоксидантов. В связи с этим, вопросы изучения вторичных метаболитов из доступного растительного сырья Республики Казахстан, получение экистероидсодержащих экстрактов, выделение индивидуальных веществ, установление строения их молекул с последующим биоскринингом экстрактов и выделенных соединений, а также установление основных закономерностей взаимосвязи между структурой и биологической активностью в настоящее время являются особо актуальными для

создания новых высокоэффективных антиэйджинговых (против старения) фитопрепаратов широкого фармакологического действия.

В этой связи, объектом исследования выбрали надземные части малоизученного ранее на полиоксистероиды растения *Silene fruticulosa* (Pall.) Schischk. собранных в окрестностях Алгабасского сельского округа Восточно-Казахстанской области в 2013 г. фазу цветения.

Определение железо-восстанавливающего потенциала

К исследуемому экстракту добавляется фосфатный буфер и раствор гексацианоферрата (III) калия. Реакционная смесь инкубируется, реакция останавливается добавлением раствора ТХУ. Смесь центрифугируют, верхний слой смешивается с дистиллированной водой и FeCl₃. Измерение оптической плотности производится при $\lambda = 700$ nm.

Веществами сравнения явились галловая кислота (Ga) и кверцетин (Kv), проявляющие высокую антиоксидантную активность (АОА). На рисунке 1 представлены концентрационные зависимости значений оптической плотности для исследуемого растительного экстракта и веществ-стандартов.

Изменение АОА в соответствии с FRAP методикой

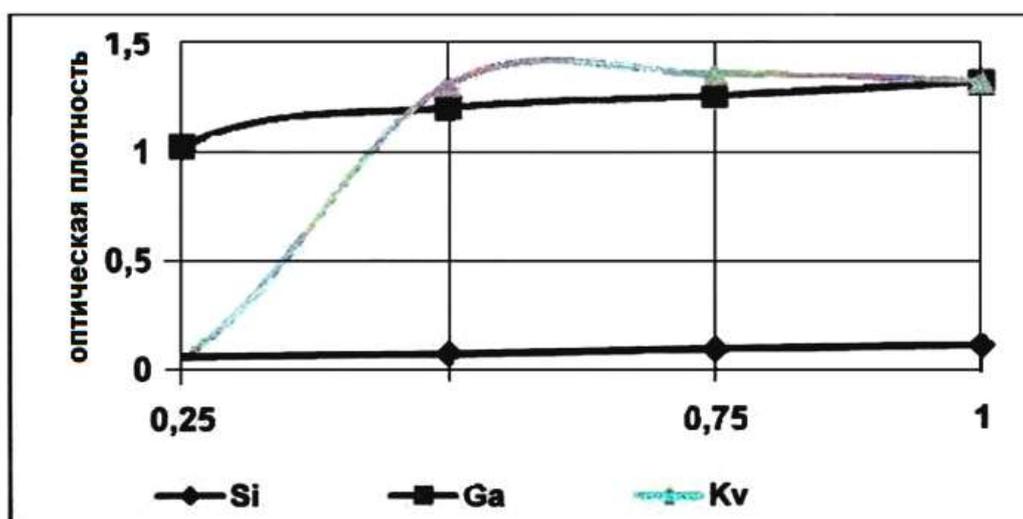


Рисунок 1.

На рисунке 1 видно, что вещество *Silene fruticulosa* (Pall.) Schischk по сравнению галловой кислотой и кверцетином, обладает не-

высокой антиоксидантной активностью (Табл.1). На рисунках 2-4 отражены кривые роста АОА исследуемых веществ.

Таблица 1.

Изменение оптической плотности рабочих растворов в зависимости от концентрации

№	Исследуемые экстракты	Сокращения	Среднее значение и стандартное отклонение				
			0	0,25	0,5	0,75	1
1	<i>Silene fruticulosa</i> (Pall.) Schischk.	Si	0,0297±0,0045	0,059±0,0078	0,0723±0,00058	0,089±0,092	0,105±0,003
2	Галловая кислота	Ga	0,0327 ±0,0023	1,0227±0,0452	1,2013±0,027	1,254±0,034	1,31±0,047
3	Кверцетин	Kv	0,0277±0,0025	0,062±0,007	1,31±0,04	1,355±0,051	1,315±0,029

Динамика изменения АОА веществ в соответствии с FRAP методикой

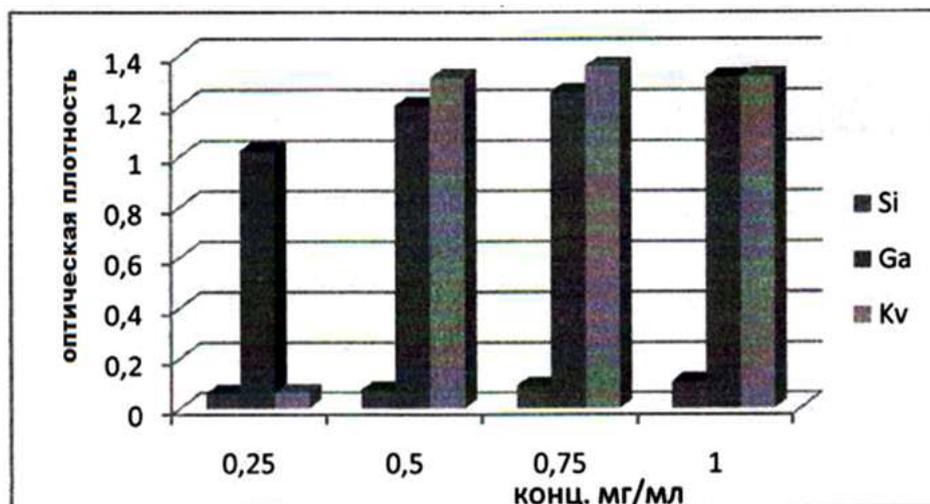


Рисунок 2.

Изучение антиоксидантной активности *in vitro* о-фенантролиновым методом

К о-фенантролина добавляют дистиллированную воды и растворяют при слабом нагревании. Навеску железоммонийных квасцов растворяют в HCl, прибавляют дистиллированную воды и растворяют при слабом нагревании. Приготовленные растворы переносят в мерную колбу и доводят до метки дистиллированной водой. Полученный реагент выдерживают при комнатной температуре не менее 12 час. АОА исследуемых образцов определялась с помощью коэффициента ингибирования (КИ) по уравне-

$$КИ = 1 - K_{\text{контр}} / K_{\text{исслед}}$$

В качестве вещества стандарта нами были выбраны аскорбиновая кислота (АК), проявляющая высокую антиоксидантную активность (АОА). Так же для сравнения были взяты ранее исследованные образцы проявившие наиболее «высокую» АОА по сравнению с другими растительными экстрактами (ПГ – полыни гладкой, СВ – серпухи венценосной) На рисунке 3 представлены концентрационные зависимости значений оптической плотности для исследуемого растительного экстракта и веществ-стандартов.

Раздел 5. «Химические технологии. Безопасность жизнедеятельности»

нию:

Из рисунков 3 и 4 следует, что наиболее высокие величины коэффициента ингибирования имеет *аскорбиновая кислота (АК)*, на

втором месте *Silene fruticulosa (Pall.) Schischk.*, на третьем *полынь гладкая* и на четвертом *серпуха венценосная*.

Динамика изменения КИ в зависимости от концентрации исследованных экстрактов

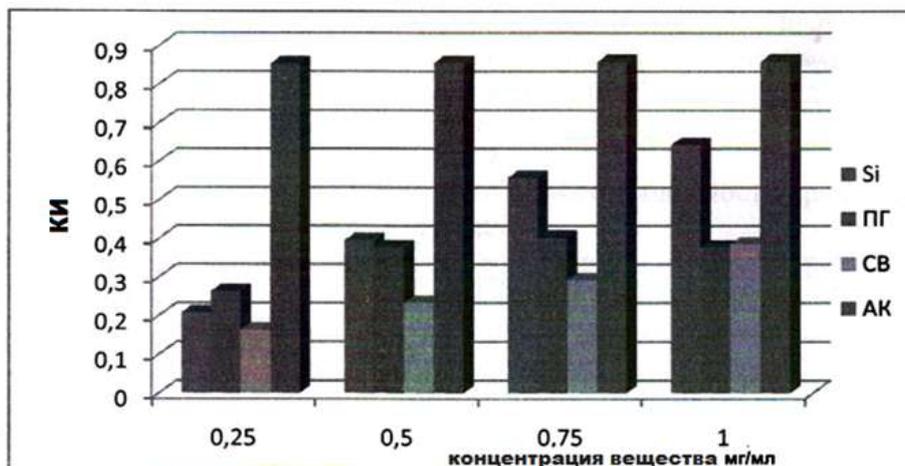


Рисунок 3.

Сравнительные графики КИ в зависимости от концентрации исследованных экстрактов

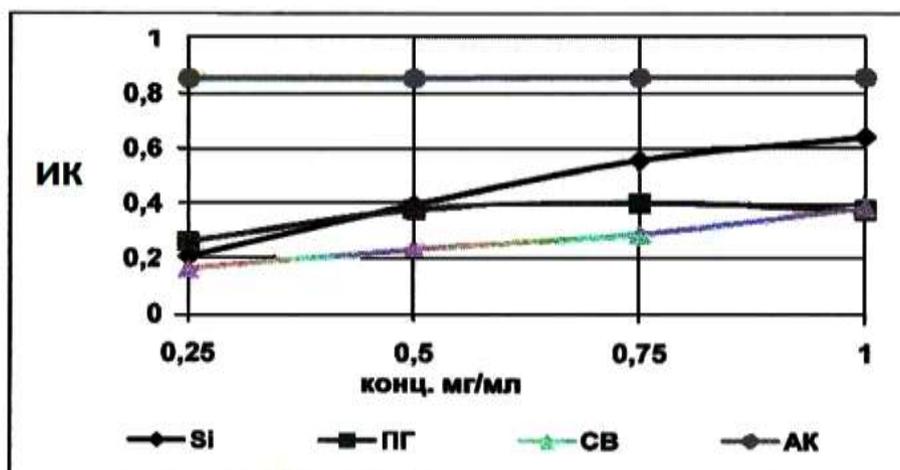


Рисунок 4.

Таблица 2.

Изменение величин коэффициента ингибирования (ИК) исследованных экстрактов в зависимости от концентрации

Концентрац. Объект	0,25	0,5	0,75	1
Si	0,2078	0,396	0,558	0,643
ПГ	0,263	0,378	0,404	0,378
СВ	0,164	0,233	0,292	0,387

АК	0,854	0,856	0,858	0,860
----	-------	-------	-------	-------

Из таблицы 2 и рисунков 3 и 4 видно, что с увеличением концентрации веществ их АОА увеличивается, но у ПГ при высокой концентрации равной 1,0 мг/мл АОА незначительно снижается.

Определение антирадикальной активности (АРА) ингибированием DPPH (2,2-дифенил-2 пикрилгидразилрадикала) исследуемыми веществами.

Ход определения: Аликвоту исследуемого образца добавляют к раствору радикала. Центрифужные пробирки находились в штативе, завернутого в черный полиэтилен. После перемешивания растворы оставляют в темноте и по истечении времени производят измерение оптической плотности.

Из рисунка 5 следует, что оптическая плотность (ОП) экстракта с увеличением кон-

центрации снижается в любое время измерения, но при концентрации 1,0 мг/мл ОП увеличивается. С увеличением времени ОП увеличивается. На рисунке 6 видно, что АРА возрастает с увеличением концентрации, но при концентрации 1,0 мг/мл АРА снижается до минимума. С увеличением времени АРА растет. В таблице 3 видно закономерное увеличение АРА с увеличением концентрации и увеличением времени, но при концентрации 1,0 мг/мл АРА снижается. На рисунке 7 видно, что АРА растет во времени и с увеличением концентрации, исключение составляет концентрация 1,0 мг/мл, при этой концентрации АРА самая низкая по сравнению с другими концентрациями. Ингибирование DPPH раствором Si fr изучено в сравнении с АРА Butylated hydroxyanisole (ВНА).

Изменение оптической плотности в зависимости от концентрации *Silene fruticulosa* (Pall.) Schischk

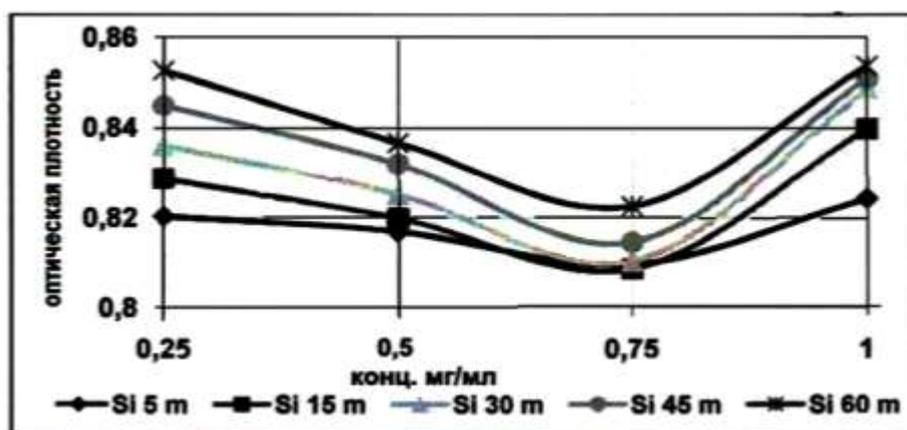


Рисунок 5.

Динамика изменения АРА *Silene fruticulosa*(Pall.) Schischk при изменении концентрации

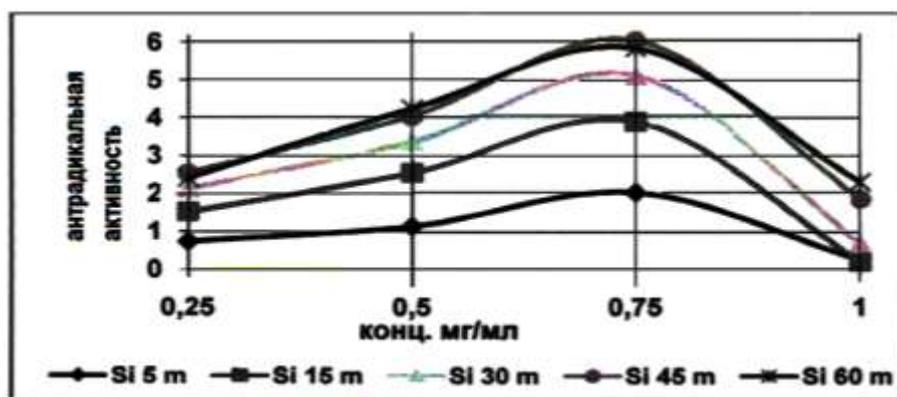


Рисунок 6.

Таблица 3.

АРА определенных концентрации *Silene fruticulosa*(Pall.) Schischk в зависимости от времени

Вр/конц	0,25	0,5	0,75	1
5	0,7261	1,1295	2,01694	0,24203
15	1,50555	2,5357	3,88273	0,1981
30	2,10773	3,3568	5,11319	0,66354
45	2,53749	4,0369	6,03614	1,84544
60	2,40366	4,235	5,83747	2,2892
Si	1,8561	3,0588	4,57729	1,04766

Динамика изменения АРА *Silene fruticulosa* (Pall.) Schischk в разных концентрациях с течением времени

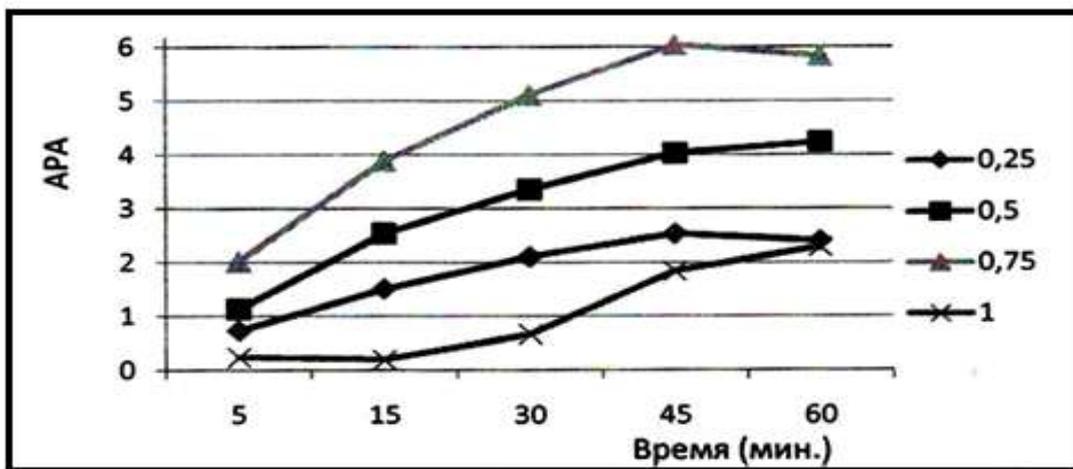


Рисунок 7.

Изменение оптической плотности в зависимости от концентрации

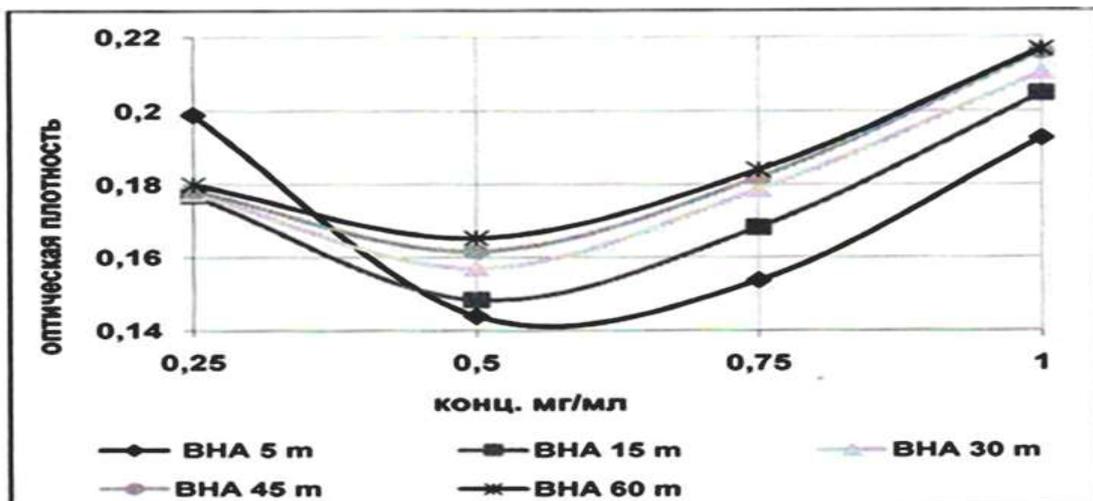


Рисунок 8.

Динамика изменения антирадикальной активности (АРА) ВНА с изменением концентрации

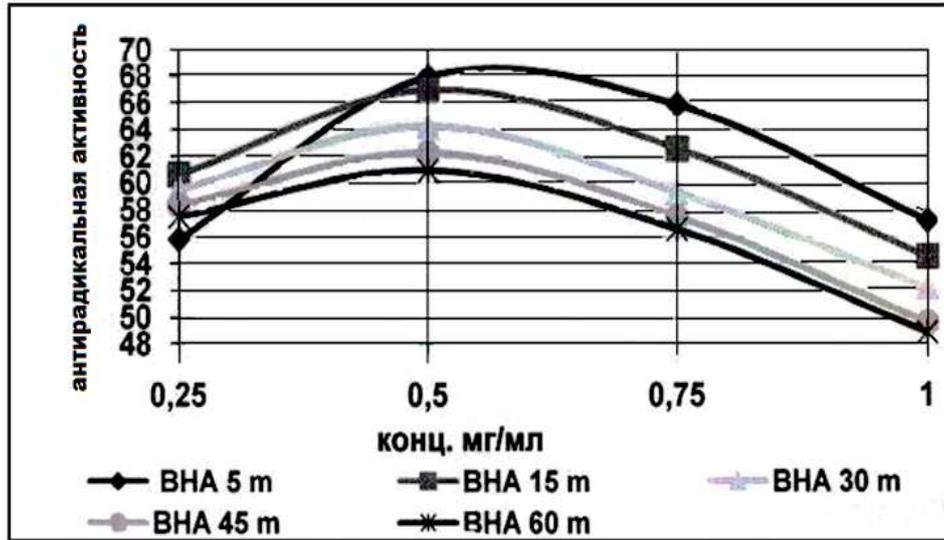


Рисунок 9.

Таблица 4.

АРА определенных концентрации ВНА в зависимости от времени

Вр/конц	0,25	0,5	0,75	1
5	55,8105	68,024	65,8771	57,2169
15	60,6667	67,037	62,5926	54,5185
30	59,5599	64,264	59,3323	52,1244
45	58,3658	62,257	57,5097	49,572
60	57,5138	60,976	56,5696	48,8592
ВНА	58,3833	64,511	60,3763	52,4582

Динамика изменения АРА ВНА в разных концентрациях с течением времени

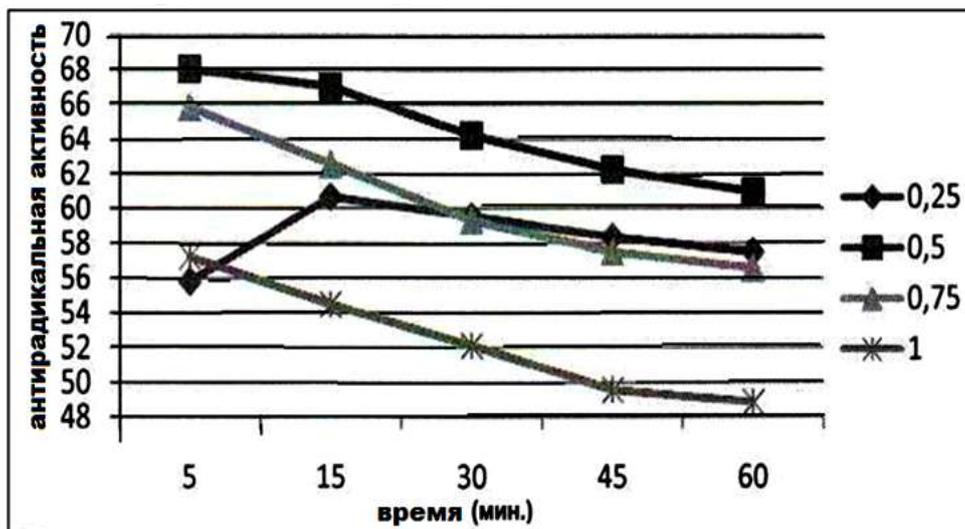


Рисунок 10.

Сравнительное изучение АРА *Silene fruticulosa* (Pall.) Schischk со стандартом ВНА

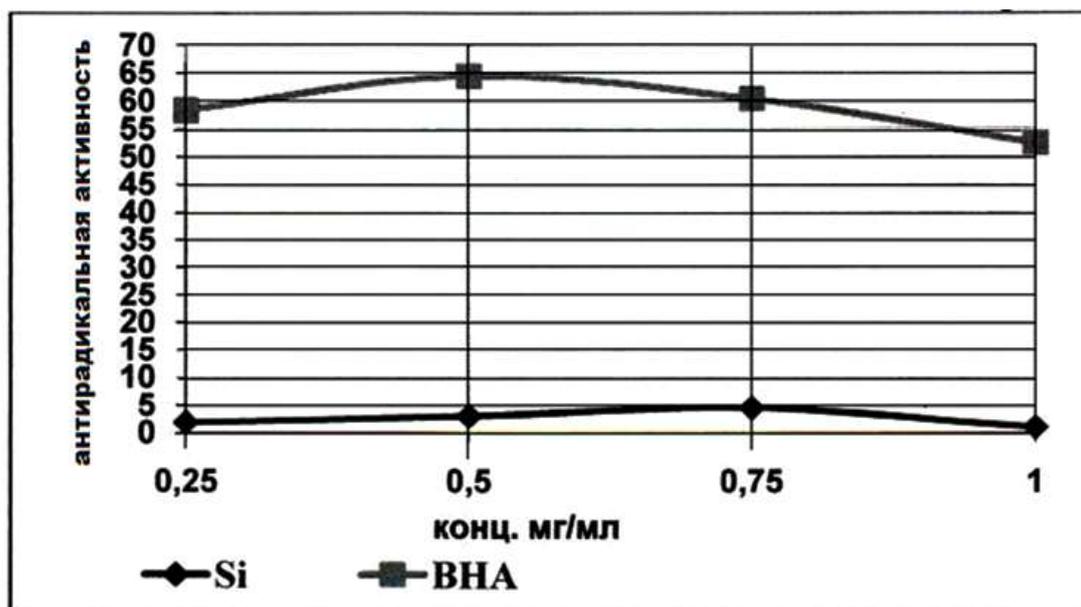


Рисунок 11.

Из рисунка 8 видно, что оптическая плотность ВНА с увеличением концентрации 0,5 мг/мл снижается, далее при концентрации 0,75 и 1,0 увеличивается во времени. АРА увеличивается с увеличением концентрации до 0,5, но при концентрации 0,75 и 1,0 мг/мл АРА снижается (рисунок 9). С увеличением времени, АРА снижается (рисунок 10).

В таблице 4 видно увеличение АРА при 0,5 мг/мл и снижение при концентрации 0,75 и 1,0 мг/мл. И с увеличением времени происходит снижение АРА.

На рисунке 10 видно, что АРА уменьшается с увеличением времени. *Silene fruticulosa* (Pall.) Schischk по сравнению со стандартом имеет низкую АРА (рисунок 11).

Таким образом, полученные данные FRAP – метода указывают, что АОА индивидуального вещества *Silene fruticulosa* (Pall.) Schischk по сравнению с веществами,

обладает меньшей антиоксидантной активностью. Установлено наличие зависимости между концентрациями экстрактов и их АОА.

Изучение антиоксидантной активности *in vitro* с *o* – фенантролином показало, что наиболее высокие величины коэффициента ингибирования имеет *Silene fruticulosa* (Pall.) Schischk по сравнению с экстрактами полыни гладкой и серпухи венценосной, лишь немного уступая веществу-стандарту. С увеличением концентрации веществ их АОА увеличивается. *Silene fruticulosa* (Pall.) Schischk проявил выраженную АОА, что позволяет рекомендовать его для изучения на данную активность *in vitro*.

Результаты методики ингибирования DPPH показали, что *Silene fruticulosa* (Pall.) Schischk по сравнению с ВНА имеет менее выраженную АРА.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Фитоэкдистероиды. – Санкт – Петербург: Наука , 2003. – 293 с.
2. Lafont R. , Dinan L. Practical uses for ecdysteroids in mammals and human: an update // Journal of Insect Science. 2003. –Vol.3. – P.1 –30.
3. Лубсандоржиева П.Б., Биологически активные вещества и антиоксидантная активность *in vitro* полиэкстракта *Lomatogonium carinthiacum* (Wulfen) A. Br. // Химия раститель-

ного сырья. – 2008. – №1. – С. 101 – 105.

4. Мамадалиева Н.З., Эгамбердиева Д., Lafont R., Girault J. P. Экдистероиды и антибактериальная активность растения *Coronaria flos – cuculi* // Химия природных соединений. – 2008. – №3. – С. 323 – 324.

5. Тулеуов Б.И. Стероидные соединения растений и лекарственные препараты на их основе. Поиск, химическая модификация и практические аспекты применения. Караганда: «Гласир», 2009. – 208 с.

6. Mamadaileva N.Z., El – Read Z., Janibekov A.A., Tahrani A. and Wink M. Phytoecdysteroids of *Silene guntensis* and their in vitro Cytotoxic and Antioxidant Activity // Verlag der Zeitschrift fur Naturforschung. – 2011. – P. 215 – 224.

УДК 502.7

УТИЛИЗАЦИЯ ОТХОДОВ – КАК МОСТ К «ЗЕЛЕНОМУ РОСТУ»

Г.Ш. ЖАКСЫБАЕВА, А.А. СМАИЛОВА

(г. Темиртау, Карагандинский государственный индустриальный университет)

Президент Республики Казахстан Н. Назарбаев считает, что богатства недр нужно использовать с минимальным уроном окружающей среде. «Это также требует денег, новых технологий, оборудования. Вот в эту сторону надо двигаться. То есть «зеленая экономика» и научно-технический прогресс движутся вместе. Будущее рождается в лабораториях, сейчас. А как это быстро вытащить и внедрить в производство? Вот здесь у нас есть консерватизм, идущий еще с прошлых времен» [1].

«Коричневая» экономика – это просто экономика, основанная на старых технологиях. Горение с дымовыми выбросами, хлорирование воды, продукты питания на основе ГМО и химических удобрений, напитки с консервантами – это примеры «коричневой» экономики. Но нет нужды закрывать все грязные производства по экологическим причинам, когда есть революционные технологии и инновации. В том числе не у западных компаний, а в самом Казахстане [2].

«Зеленая экономика» определяется как экономика с высоким уровнем качества жизни населения, бережным и рациональным использованием природных ресурсов в интересах нынешнего и будущих поколений и в соответствии с принятыми страной международными экологическими обязательствами, в том числе с Рио-де-Жанейрскими

Йоханнесбургским планом и Декларацией Тысячелетия.

«Зеленая экономика» является одним из важных инструментов обеспечения устойчивого развития страны. Переход к «зеленой экономике» позволит Казахстану обеспечить достижение поставленной цели по вхождению в число 30-ти наиболее развитых стран мира.

Одним из ключевых приоритетов посткризисного развития в последние годы стал переход к основанной на инновациях «зеленой» экономике. На это нацелены усилия международных организаций – ООН, ОЭСР, «Большой Восьмёрки», Евросоюза, «Большой Двадцатки» (G20), а также стран – США, Японии, Китая и других ведущих государств мира. Отдельные страны имеют очень успешный опыт на национальном уровне – Южная Корея, Германия, Швеция, Норвегия, Канада, США и др.

Многие страны принимают дополнительные добровольные обязательства по снижению выбросов парниковых газов, увеличению использования возобновляемых источников энергии или даже отказу от углеводородного топлива (Швеция, Исландия). США поставили задачу к 2035 году 80% производимой в стране электроэнергии получать экологически чистым путём. Великобритания приняла обязательства по сокращению выбросов ПГ на 34% к 2020 г. и на

принципами, Повесткой дня на XXI век,

80% к 2050 г.

На Германию приходится 43% экологических патентов на товары, получившие международное признание. Таким образом, экологическая продукция стала для Германии предметом специализации и способствовала повышению ее международной конкурентоспособности. В Японии внутренний рынок экологических товаров и услуг превышает \$37 млрд.

Мировой рынок «зелёных» товаров и услуг уже превысил 1,37 триллионов долларов и к 2020 году, согласно прогнозам, он удвоится. А инвестиции в чистую энергетику с 2005 года растут в среднем на 50% в год [1].

Если человечество не осуществит «зелёную» технологическую революцию, то к 2035 г. при существующем росте потребления ему понадобится две таких планеты. Растущая нехватка природных ресурсов, рост экологических и энергетических издержек производства становится главной причиной нового мирового экономического кризиса. И в то же время страны, сохранившие свои экосистемы, почву, воду и лес, получают конкурентные преимущества. Это даёт Казахстану исторические шансы.

Как заявил Глава государства Н. Назарбаев, существующий мировой кризис – «преддверие технологического бума» и нового экономического уклада, «это будет зеленая экологически чистая экономика» [2].

Направление «зелёного роста» и низкоуглеродной экономики как инструмента устойчивого развития было заложено в Стратегии развития Казахстана до 2020 г, в ГПФИИР, в международных инициативах Казахстана и Главы государства.

Однако теперь нужно законодательно ввести понятие зеленой экономики, зелёных технологий и инвестиций.

Согласованного на международном уровне определения термина «зеленая экономика» пока не выработано. Под зелёной экономикой будем понимать отрасли экономики и институциональные механизмы, улучшающие окружающую среду, продуктивность экосистем и экологическое каче-

экономическую эффективность, сокращение бедности и обеспечение широкого доступа населения к экологическим ресурсам.

Затраты на улучшение природной среды сейчас становятся окупаемыми благодаря появлению множества рентабельных технологий, восстанавливающих экосистемы и повышающих их хозяйственную продуктивность.

По расчетам, к 2050 году преобразования в рамках «зеленой экономики» позволят дополнительно увеличить ВВП на 3%, создать более 500 тысяч новых рабочих мест, сформировать новые отрасли промышленности и сферы услуг, обеспечить повсеместно высокие стандарты качества жизни для населения.

Загрязнение окружающей среды оказывает серьезное негативное влияние на здоровье людей. Согласно международным исследованиям, около 40 тысяч детей до 10 лет имеют неврологические расстройства в результате чрезмерного воздействия свинца. Казахстан находится на втором месте по общему объему загрязнения окружающей среды органическими веществами среди стран Центральной и Восточной Европы и Центральной Азии.

Развитие горной промышленности, отраслей переработки и тяжелой промышленности в Казахстане производит значительные объемы промышленных отходов, которыми необходимо управлять в соответствии с наилучшей международной практикой [3].

В городах Республики наблюдается высокий уровень загрязнения воздуха, уровень концентрации твердых частиц в десятки раз превышает подобные показатели в Европейском Союзе. Согласно оценкам, загрязнение воздуха является причиной до 6 тысяч преждевременных смертей в год.

Отсутствует интегрированная система управления отходами. 97% твердых коммунально-бытовых отходов оказывается на неконтролируемых свалках и в местах захоронения отходов, не отвечающих требованиям санитарных стандартов. Также серьезной проблемой являются исторические токсичные

Раздел 5. «Химические технологии. Безопасность жизнедеятельности»

ство жизни на экономически выгодной и долгосрочной основе, включая опосредованную

и радиоактивные отходы промышленности.

Таблица

Объемы промышленных отходов за 2014 год

Отходы по источникам (млн. тонн)			
		522	910
85	303		
Отходы от фермерских, лесных и рыбных хозяйств (орг.)	Опасные отходы	Промышленные отходы (включая отходы от горных работ/добычи руды, производства, производства электроэнергии, газа и пара, строительства и пр.	Всего

*[4].

Карагандинская область является крупным промышленным центром Казахстана и вопросы экологии актуальны, так как промышленный комплекс региона кроме важного социально-экономического значения оказывает техногенное воздействие на окружающую среду.

Карагандинская область, это 16% территории Республики или 1/6 часть страны. На область приходится в среднем 1/4 часть всех объемов загрязнений (эмиссии) Республики: 30% всех выбросов Республики; 7% всех сбросов Республики; 26% всех образуемых в Республике отходов; 20% всех имеющихся отходов Республики. На душу населения Карагандинской области приходится самый большой объем выбросов, в среднем 510кг. в год (для сравнения: в г. Алматы – 8кг., в ВКО – 88кг., в Атырауской области 200кг.) [6].

Основное загрязнение атмосферного воздуха обусловлено выбросами предприятий черной, цветной металлургии, теплоэнергетики, автотранспорта и частного сектора, малых котельных. Значительная доля выбросов загрязняющих веществ в атмосферу по области приходится на предприятия

Снижение объемов валовых выбросов в атмосферу по Карагандинской области с 691,28 тыс. тонн в 2011 г. до 680 тыс. тонн обусловлено снижением объемов производства по крупным предприятиям области, а также выполнением природоохранных мероприятий, направленных на снижение выбросов в атмосферу загрязняющих веществ. Так, по предприятию АО «АрселорМиттал Темиртау»: снижение выбросов загрязняющих веществ обусловлено объемами производства основных видов продукции предприятия: агломерата на 11,3%, кокса - 3%, чугуна – 8,5%, стали – 10,3%. В целях уменьшения выбросов загрязняющих веществ в атмосферу, предприятием реализуются природоохранные мероприятия. Так, в период с 2009 по 2014 года предприятием выполнены следующие, наиболее крупные природоохранные мероприятия: установка электрофильтра за котлом №6 ТЭЦ-2, эксплуатация которого привела к снижению выбросов пыли на 4500 тонн в год; монтаж электрофильтров от литейного двора и бункурной эстакады доменной печи №4 АО «АрселорМиттал Темиртау», эксплуатация

Раздел 5. «Химические технологии. Безопасность жизнедеятельности»

ТОО «Корпорация Казахмыс» и АО «АрселорМиттал Темиртау» (до 80% общих выбросов) [7].

от литейного двора доменной печи №2 АО «АрселорМиттал Темиртау», в ходе эксплуатации очистного оборудования планируется снижение выбросов пыли на 300 тонн в год; реконструкция системы охлаждения коксового газа в замкнутом цикле, которая полностью исключает выбросы в атмосферу фенола, сероводорода, нафталина, бензола, в целом на 280 тонн в год; осуществлена реконструкция системы пылеочистки за зоной охлаждения агломашины № 5 Темиртау, в ходе эксплуатации планируется снижение выбросов пыли на 400 тонн в год [7].

В последнее время отмечается повышенное внимание общественности, государства к экологическим проблемам, которые требуют появления новых механизмов управления качеством окружающей среды, для этого на предприятии АО «АрселорМиттал Темиртау» разработана, внедрена и сертифицирована система экологического менеджмента (СЭМ). В 2008 г. получен сертификат соответствия требованиям МС ISO 14001:2004. В 2009-2010 годах успешно пройдены инспекционные аудиты СЭМ. В 2011 году в подразделениях АО «АрселорМиттал Темиртау» был проведен 2-й внешний ресертификационный аудит менеджмента предприятия на соответствие требованиям ISO14001:2004, в 2012 и 2013 годах успешно пройдены инспекционные аудиты. В 2014 году компанией AFNOR Certification система экологического менеджмента вновь проверена и признана соответствующей требованиям стандарта ISO14001:2004.

Охрана окружающей среды является одним из приоритетных направлений деятельности АО «АрселорМиттал Темиртау». Компания последовательно стремится к достижению основной цели своей Политики в области экологии – постоянному снижению и предотвращению негативных воздействий производственных процессов на окружающую среду с целью улучшения экологической обстановки в регионе.

Руководствуясь значимостью экологических аспектов АО «АрселорМиттал Темир-

которых дала снижение выбросов пыли на 600 тонн в год; монтаж системы улавливания и очистки неорганизованных выбросов

кую обстановку в городе и Карагандинском регионе в целом.

Так, в 2013 году введение в эксплуатацию современного экологического пылеочистного оборудования позволило снизить выбросы загрязняющих веществ в атмосферу более чем на 3,1 тысячи тонн. Затраты на реализацию экологических проектов в 2013 году составили свыше 7,3млрд. тенге (48,6 млн. \$).

В 2013 году согласно требованиям Экологического кодекса РК в Стальном департаменте разработана Программа по управлению отходами производства и потребления на 2013-2017 годы. Для разработки Программы проведен анализ текущего состояния управления отходами на предприятии, определены цели и задачи, направленные на постепенное сокращение; определены показатели Программы управления отходами с учетом всех производственных факторов, экологической эффективности и экономической целесообразности и необходимые ресурсы и источники их финансирования, разработан План мероприятий по реализации Программы.

Согласно разработанной Программе ежегодно проводятся мероприятия по сокращению накопленных объемов размещения отходов производства. Основные из них - возврат в производство, реализация переработанных отходов, утилизация отходов и передача на переработку сторонним организациям на договорной основе.

Так, в доменном цехе на шлакоперерабатывающем участке из доменного шлака на гранустановках производят гранулированный шлак и на дробильно-сортировочном комплексе – щебень. В 2013 году переработано в цехе ЖБИ и М, использовано для планировочных работ на территории предприятия, а также реализовано в качестве товарной продукции 547,006 тысяч тонн доменного шлака или 35,9 % от количества образованных отходов.

На отвале сталеплавильных шлаков на установках методом магнитной сепарации

тау» ежегодно планирует и реализует экологические проекты направленные на снижение негативного воздействия на экологичес-

355,14 тысяч тонн скрапа и окалины или 39,3% от общего количества образованных отходов сталеплавильного производства.

При производстве агломерата использовано 100% образовавшихся отходов окиси железа, отсева агломерата и кокса, окалины, пыли доломитовой, известковой, известково-доломитовой, колошниковой, аглошлама и шлама коксового. Всего 878,337 тысяч тонн.

Участок по переработке отходов цеха железобетонных изделий обеспечивает цеха комбината бетоном и железобетоном. В 2013 году переработано 1,278 тысяч тонн или 38,7% от количества образованных отходов – боя огнеупоров, отработанного растворителя, кварцевой загрузки фильтров, отработанного алюмогеля и силикагеля.

Блок химических установок ЛПЦ-2 предназначен для регенерации отработанного травильного раствора с получением регенерированной кислоты с последующим использованием в производстве. В 2013 году возвращено и переработано 50,471 тысяча тонн, то есть 100% от образованных отходов. Корпус замасленных стоков ЛПЦ-2,3. Отработанные масла и маслошламы после очистки технологических сточных вод передаются сторонним организациям для дальнейшей переработки. В 2013 году передано на переработку и утилизировано на производстве 3,959 тысяч тонн отработанного масла и маслошламов, то есть 100% от количества образовавшихся отходов. В соответствии с Планом мероприятий по охране окружающей среды АО «АрселорМиттал Темиртау» с 2011 года подрядной организацией ТОО «Industrial Technology» организованы работы по извлечению и обогащению угольного шлама на хвостохранилище № 3. В 2013 году поднято угольного шлама с хвостохранилища № 3 и возвращено в производство в качестве энергоресурсов на ТЭЦ-2 277,609 тысяч тонн хвостов обогащению угля. Кроме того, в 1 квартале 2013 года введен в эксплуатацию участок переработки гартцинка – отхода, образующегося при оцинковании полосы. В результате перера-

извлекаются металлосодержащие материалы из шлака. В 2013 году извлечено с возвратом в производство агломерата, чугуна и стали

переработки и производства цинковых белил и удобрений.

Установка по утилизации фусов – отходов «красного» уровня опасности введена в эксплуатацию на коксохимическом производстве. Второй год заключается контракт на переработку накопленных химических отходов с дальнейшей рекультивацией двух отвалов. Велось строительство установки по утилизации кислой смолки, ее ввод в эксплуатацию был в конце 2014 года. Реализация программных мероприятий ведет к снижению опасности загрязнения токсичными компонентами отходов производства поверхностных и подземных вод, почвенного покрова, атмосферного воздуха, снижению угрозы здоровью человека.

Согласно решению Правительства Казахстана и требованиям Экологического кодекса РК отделом охраны природы АО «АрселорМиттал Темиртау» разработана Программа по уничтожению отходов, содержащих стойкие органические загрязнители на 2013-2025 годы.

В Стальном департаменте АО «АрселорМиттал Темиртау» совтол используется:

- в трансформаторах в качестве изоляции и охлаждающей жидкости;
- в конденсаторах в качестве диэлектрической жидкости [7].

В стране сейчас накопилось в целом более 30 млрд. тонн отходов. Ежегодно вновь образуется порядка 700млн. тонн промышленных отходов. Утилизация золошлаковых отходов в РК не превышает 1%, в то время как в развитых странах утилизация отходов составляет 60-90% [6].

Структура топливно-энергетического баланса в мире стремительно меняется. И особенную нишу занимает перспективность мер по переводу промышленности и энергетики на метан.

Объективными предпосылками организации промышленной добычи метана с угольных пластов в Карагандинском бассейне являются положительный мировой опыт и наличие технологий эффективного извлечения метана из угольных пластов, большие

Раздел 5. «Химические технологии. Безопасность жизнедеятельности»

ботки гартцинка чистый, без примеси цинк возвращается в производство, а отходы плавления передаются организациям для пе-

ресурсы. В Шахтинске на шахте имени В.И. Ленина Угольного департамента АО «Арселор Миттал Темиртау», запущен генератор элект-

тричества, работающий на газе метане.

На сегодняшний день в котельной шахты два тепловых котла работают на газе, а остальные три – на угле. При этом около 20% газа метана уходило в атмосферу, методом сжигания. Теперь весь газ полностью будет использоваться для производства электрической и тепловой энергии.

Генератор электричества работает на шахте «Ленина» в тестовом режиме еще с начала 2012 года. По сообщениям руководства шахты, проектная мощность энергогенератора составляет 1413 кв/час, при этом потребляется 10 кубометров в минуту газа. Как ожидается, установка позволит обеспе-

чить потребности шахты в энергии на 20%.

По планам Угольного департамента «АрселорМиттал Темиртау», в течение ближайших лет электрогенераторы будут установлены на всех шахтах региона [8].

Таким образом, создание безотходных технологических процессов позволяет решать проблему охраны природы не только технически, но и с экономически разумными затратами. При реализации такого подхода будут ликвидированы сами отходы – главное источники загрязнения природной среды, одновременно будет обеспечено более рациональное использование ценных и возобновляемых природных ресурсов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Интервью телеканалу «Россия-24» 25.04.2012
2. Информационно-аналитический портал ОЮЛ «Коалиция за «зеленую» экономику и развитие G-global. Национальный общественный институт «зеленой» экономики и социальных инноваций. <http://greenkaz.org/index.php/ru/component/content/article?id=413:perspektivy-perekhoda-kazakhstan-k-zeljonoj-ekonomike>
3. Концепция по переходу Республики Казахстан к «зеленой экономике». Астана, 2013год.
4. Агентство Республики Казахстан по статистике.
5. «Зеленая экономика» Казахстана. Карагандинская областная универсальная научная библиотека им. Н.В. Гоголя. <http://www.karlib.kz/index.php/ru/resursy/tematicheskie-spiski/672-zelenaya-ekonomika-kazakhstan>
6. Комитет экологического регулирования и контроля. Департамент экологии по Карагандинской области. Караганда 2012г.
7. Официальный сайт АО «АрселорМиттал Темиртау» <http://www.arcelormittal.kz/index.php?id=304>
8. Информационно – аналитический обзор: производство, экономика АО «Арселор-Миттал Темиртау» за 2011-2013гг.
9. МООС РК. Переход РК к «зеленой экономике» -2012г.