

УДК 543.064: 615.32: 663.952

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА АНТИОКСИДАНТНОЙ АКТИВНОСТИ ЛЕКАРСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ ПЕРМСКОГО КРАЯ

© В.Ю. Горохов^{1*}, И.Д. Якимова², О.Г. Стряпунина²

¹ Институт технической химии УрО РАН – филиал Пермского
федерального исследовательского центра УрО РАН, ул. Академика
Королева, 3, Пермь, 614013, (Россия), e-mail: Gorokhov_V.Yu@mail.ru

² Пермский государственный аграрно-технологический университет
им. академика Д.Н. Прянишникова, ул. Петропавловская, 23, Пермь, 614990,
(Россия)

В работе рассмотрены антиоксидантные свойства водных и спиртовых экстракций ферментированного и неферментированного кипрея узколистного семейства кипрейные (*Chamerion Angustifolium Onagraceae*), зверобоя продырявленного (*Hypericum perforatum L.*), мяты полевой (*Mentha arvensis L. s. L.*), душицы обыкновенной (*Origanum vulgare L.*), полыни горькой (*Artemisia absintium L.*), клевера лугового (*Trifolium pratense*). Изучено влияние процесса ферментации, растворителя и времени экстракции на антиоксидантную активность (АОА). Проведена сравнительная оценка антиоксидантных свойств лекарственных растений Пермского края. Потенциометрическим методом установлено, что значения АОА водных экстрактов кипрея узколистного увеличиваются от времени экстракции. Кипрей слабоферментированный (мелкоизмельченный) и ферментированный (мелкоизмельченный) имеют наибольшие значения АОА при экстракции в течение 24 ч. Побеги молодого кипрея узколистного обладают очень низкими показателями АОА, по сравнению с неферментированными и ферментированными образцами. АОА водных экстрактов лекарственных растений увеличивается от времени их экстрагирования. Наибольшим значением АОА обладает душица обыкновенная – 2.78×10^{-2} моль-экв, а наименьшим клевер луговой – 0.37×10^{-2} моль-экв. Наибольшим значением АОА среди смесей лекарственных растений обладает смесь душицы обыкновенной с кипреем ферментированным (мелкоизмельченным) – 2.52×10^{-2} моль-экв. Установлено, что наибольшими значениями АОА обладают экстракты, приготовленные из 40% раствора этилового спирта для кипрея узколистного и 20 и 40% – для душицы обыкновенной. Значения АОА для спиртового экстракта душицы увеличиваются в зависимости от времени ее экстрагирования.

Ключевые слова: АОА, кипрей, зверобой, мята, душица, полынь, клевер, ферментация, экстракция.

Введение

Известно, что регулирование процессов окисления в клетках организма осуществляется защитной антиоксидантной системой. Каждый день организм человека страдает от эмоциональных и физических нагрузок, неблагоприятных экологических факторов, кроме этого, существенную роль играют процессы старения организма, в результате чего накапливается избыточное количество активных форм кислорода и, как следствие, развивается окислительный стресс. Для нормализации состояния нашему организму требуются вещества, обладающие антиоксидантной активностью.

Антиоксиданты (АО) – это вещества, которые борются с окислительными процессами в организме, вызванными свободными радикалами [1]. Различают АО на препараты прямого и косвенного действия, а по

Горохов Валерий Юрьевич – кандидат химических наук, доцент, научный сотрудник лаборатории органических комплексообразующих реагентов, e-mail: Gorokhov_V.Yu@mail.ru

Якимова Ирина Дмитриевна – кандидат химических наук, доцент, доцент кафедры общей химии, e-mail: Irina.yakimova71@yandex.ru

Стряпунина Ольга Геннадьевна – кандидат химических наук, доцент кафедры общей химии, e-mail: Strolg@mail.ru

происхождению их подразделяют на ферментативные и неферментативные [2, 3]. Основная часть лекарственных препаратов, обладающих антиоксидантными свойствами, относится к группе АО прямого действия, то есть с выраженными антирадикальными свойствами [4, 5]. АО прямого действия подразделяют на полиены, донаторы протона, ката-

* Автор, с которым следует вести переписку.

лизаторы, «ловушки» радикалов и комплексообразователи [6]. В то время как АО косвенного действия активны *in vivo* и малоэффективны *in vitro*. Однако они способны стимулировать антиоксидантную систему, а также уменьшать интенсивность процессов свободнорадикального окисления [7].

В последнее время внимание ученых привлекают биологически активные вещества (флавоноиды, танины, алкалоиды, хлорогеновые кислоты, аминокислоты, витамины, пигменты меланоидиновой природы и др.), содержащиеся в лекарственных растениях, таких как кипрей, зверобой, мята, душица, полынь, клевер и другие. Эти растения обладают антиоксидантными [8–15], противовоспалительными [16–21], обволакивающими свойствами [22], антимикробной активностью [23–27], а также их применяют в качестве витаминных препаратов [28–30].

Цель работы – потенциометрическое определение АОА водных и спиртовых экстрактов кипрея неферментированного и ферментированного, зверобоя, мяты, душицы, полыни, клевера и их смесей.

Экспериментальная часть

Объектами нашего исследования были кипрей узколистный семейства кипрейные (*Chamerion Angustifolium* O.), зверобой продырявленный (*Hypericum perforatum* L.), мята полевая (*Mentha arvensis* L. s. L.), душица обыкновенная (*Origanum vulgare* L.) и полынь горькая (*Artemisia absintium* L.), клевер луговой (*Trifolium pratense*), которые произрастают фактически повсеместно по всей территории Пермского края. Сбор проводился в Кишертском районе Пермского края рядом с селом Молебка в 2020 г. (координаты: 57.22713 с.ш. 57.96118 в.д).

Кипрей слабоферментированный и ферментированный подвергались механической обработке (измельчению), а ферментированный листовой скручивали вручную. Сначала образцы подвергали ферментации (1–2 дня), затем сушке при температуре 100 °С. Неферментированный кипрей, зверобой продырявленный, мяту полевую, душицу обыкновенную, полынь горькую, клевер луговой сушили при 25–30 °С. Для исследования использовали водные и спиртовые экстракты исследуемых объектов.

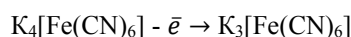
В данной работе использован потенциометрический метод исследования АОА [31]. АОА, измеряемая в настоящей работе – это интегральный параметр, отражающий эффективную активность (концентрацию) функциональных групп соединений – АО, присутствующих в том или ином объекте, выраженную в моль-экв/дм³.

$$\text{АОА} = \frac{C_{\text{ок}} - \alpha \cdot C_{\text{ред}}}{1 + \alpha} \cdot \frac{V_p + V_{\text{ал}}}{V_{\text{ал}}}, \quad (1)$$

$$\text{где } \alpha = \frac{C_{\text{ок}}}{C_{\text{ред}}} \cdot 10^{\frac{(E_2 - E_1) \cdot n \cdot F}{2,303 \cdot R \cdot T}}, \quad (2)$$

где $C_{\text{ок}}$, $C_{\text{ред}}$ – концентрация окислителя и восстановителя в медиаторной системе, моль/дм³; E_1 , E_2 – значения измеряемого потенциала в чистой медиаторной системе и в исследуемом объекте в среде медиаторной системы соответственно; V ; n – число электронов; F – постоянная Фарадея (96500 Кл/моль); R – универсальная газовая постоянная (8.31 Дж/моль·К); T – температура, К; V_p – общий объем раствора, содержащего медиаторную систему в буфере, см³; $V_{\text{ал}}$ – аликвота исследуемого раствора, см³.

В качестве медиаторной системы использовали смесь 1 моль/дм³ гексацианоферрата (II) калия и 0.01 моль/дм³ гексацианоферрата (III) калия. Срок хранения смеси до трех суток:



Методика исследования АОА. Для приготовления водного экстракта использовали навеску 2 г анализируемых объектов, с точностью до 0.0001 г, приливали 100 мл кипящей дистиллированной воды и выдерживали смесь 2, 3 и 24 ч. При приготовлении спиртового экстракта использовали 0.5 г растительного материала и 25 мл этанола соответствующей концентрации при температуре 20 °С. Смесь фильтровали и с помощью мерной пипетки отбирали по 5 см³ фильтрата в пробирку для центрифугирования, после центрифугирования отбирали пипеткой 0.6 см³ раствора исследуемого образца.

Перед измерениями электрохимическую ячейку промывали дистиллированной водой, отмывку электродов проводили в течение 2–3 мин, устанавливали скорость перемешивания электромагнитной мешалки.

Для измерения использовали платиновый и хлоридсеребряный электроды. Измерение АОА проводили на приборе «Анион-4100» (Россия).

В электрохимическую ячейку отбирали мерным цилиндром 30 см³ фосфатного буфера (рН=7.2), добавляли 0.3 см³ раствора медиаторной системы, содержащей 1 моль/дм³ K₃[Fe(CN)₆] и 0.01 моль/дм³ K₄[Fe(CN)₆]. Затем опускали электроды в раствор, включали перемешивание, после стабилизации потенциала (в течение 3–5 мин) записывали показания E₁. Далее в ячейку вносили 0.6 см³ исследуемого образца, после стабилизации потенциала записывают значение E₂ (конечное значение не должно меняться в течение 3 мин). Далее электроды извлекали из раствора, тщательно промывали дистиллированной водой и высушивали фильтровальной бумагой. Аналогичные действия проводили для других проб. Расчеты произведены по формулам 1, 2.

Результаты и обсуждение

Потенциометрическим методом была исследована АОА водных экстрактов кипрея узколистного (табл. 1). Как следует из таблицы 1, значения АОА кипрея узколистного увеличиваются от времени экстрагирования. Кипрей слабоферментированный (мелкоизмельченный) имеет наибольшее значение АОА при экстрагировании его в течение 24 ч – 3.83×10^{-2} моль-экв, схожими значениями обладает кипрей ферментированный (мелкоизмельченный) – 3.39×10^{-2} моль-экв. Максимальные значения АОА кипрея ферментированного (листового) наблюдаются при 24 ч экстракции – 2.92×10^{-2} моль-экв, что схоже со значениями кипрея ферментированного (мелкоизмельченного) при 3 ч экстракции. Побеги молодого кипрея узколистного обладают очень низкими показателями, по сравнению с неферментированными и ферментированными образцами.

Определена АОА водных неферментированных экстрактов зверобоя продырявленного, мяты полевой, душицы обыкновенной, полыни горькой и клевера лугового (табл. 2).

Изучение АОА водных экстрактов лекарственных трав, представленных в таблице 2, позволяют проследить четкую закономерность в увеличении значений АОА от времени их экстрагирования. Наибольшим значением АОА обладает душица обыкновенная – 2.78×10^{-2} моль-экв (24 ч), а наименьшим – клевер луговой – 0.37×10^{-2} моль-экв (24 ч).

Таким образом, можно составить ряд АОА у лекарственных растений: душица > мята > зверобой > полынь > клевер.

Также представляло интерес определить значение АОА смеси водных экстрактов лекарственных растений, в таблице 3 – результаты исследований (время экстракции – 24 ч).

Исследование АОА водных экстрактов различных смесей трав (табл. 3) показало, что эффекта синергизма не наблюдается, а, наоборот, происходит снижение АОА. При этом наибольшим значением АОА обладает смесь душицы обыкновенной и кипрея ферментированного (мелкоизмельченного) – 2.52×10^{-2} моль-экв.

АОА спиртовых экстрактов трав, для приготовления которых использовали разные концентрации этилового спирта, представлены в таблице 4.

Установлено, что наибольшими значениями АОА обладают экстракты, приготовленные из 40% спиртового раствора. Наибольшим значением АОА обладают кипрей неферментированный – 4.62×10^{-2} моль-экв, кипрей ферментированный (листовой) – 4.52×10^{-2} моль-экв и кипрей слабоферментированный (мелкоизмельченный) – 3.82×10^{-2} моль-экв. Душица обыкновенная имеет наибольшие значения АОА при использовании 20 и 40% спиртовых растворов – 2.64×10^{-2} моль-экв.

В зависимости от времени экстрагирования душицы обыкновенной в 95% растворе этилового спирта изучена ее АОА (табл. 5).

Таблица 1. Антиоксидантная активность водных экстрактов кипрея узколистного

Исследуемый объект	АОА $\times 10^{-2}$, М-экв		
	2 ч	3 ч	24 ч
Кипрей неферментированный	1.91±0.13	2.08±0.12	2.70±0.14
Кипрей слабоферментированный (мелкоизмельченный)	3.52±0.19	3.65±0.20	3.83±0.21
Кипрей ферментированный (мелкоизмельченный)	3.07±0.15	3.12±0.16	3.39±0.16
Кипрей ферментированный (листовой)	2.64±0.14	2.89±0.15	2.92±0.17
Кипрей свежий, молодые зеленые побеги (сбор – май 2022 г.)	0.37±0.03	0.49±0.04	0.49±0.03

Таблица 2. Антиоксидантная активность водных экстрактов лекарственных трав

Травяные настои	АОА×10 ⁻² , М-экв.		
	2 ч	3 ч	24 ч
Зверобой продырявленный	0.59±0.03	0.82±0.02	1.16±0.03
Мята полевая	1.15±.07	1.30±0.08	1.81±0.08
Душица обыкновенная	2.19±0.29	2.20±0.27	2.78±0.30
Полынь горькая	0.59±0.21	0.59±0.18	0.64±0.20
Клевер луговой	0.37±0.03	0.55±0.03	0.59±0.04

Таблица 3. Антиоксидантная активность смеси водных экстрактов лекарственных растений

Смеси травяных настоев	АОА×10 ⁻² , М-экв.
Душица обыкновенная + кипрей ферментированный мелкоизмельченный черный	2.52±0.27
Зверобой продырявленный + полынь горькая	0.82±0.09
Мята полевая + зверобой продырявленный	1.52±0.13
Душица обыкновенная + мята полевая + зверобой продырявленный	1.43±0.15

Таблица 4. Антиоксидантная активность спиртовых экстрактов кипрея узколистного и душицы обыкновенной

Исследуемый объект	АОА×10 ⁻² , М-экв		
	20%-ный рас- твор	40%-ный рас- твор	95%-ный рас- твор
Кипрей неферментированный	3.57±0.25	4.62±0.27	0.50±0.03
Кипрей слабоферментированный (мелкоизмельченный)	3.40±0.23	3.82±0.24	0.30±0.02
Кипрей ферментированный (мелкоизмельченный)	1.85±0.15	1.85±0.16	0.24±0.02
Кипрей ферментированный (листовой)	2.64±0.14	4.52±0.24	0.49±0.02
Душица обыкновенная неферментированная	2.64±0.23	2.64±0.22	0.97±0.04

Таблица 5. АОА спиртового экстракта душицы обыкновенной в 95%-ном этаноле

Время экстракции	3 ч	4 ч	5 ч	24 ч	15 дней	45 дней	120 дней
АОА×10 ⁻² , М-экв.	0.16±0.01	0.20±0.02	0.24±0.02	0.97±0.02	1.22±0.03	1.71±0.04	2.3±0.05

Установлено, что значения АОА экстракта душицы обыкновенной увеличиваются в зависимости от времени ее экстракции. Наименьшее значение АОА наблюдается при экстрагировании в течение 3 ч – 0.16×10^{-2} моль-экв, а максимальное – в течение 120 дней – 2.3×10^{-2} моль-экв.

Результаты проведенных экспериментов согласуются с исследованиями АОА лекарственных трав других регионов [32], так, водные экстракты душицы и мяты в этих исследованиях также имели более высокие значения АОА по сравнению с другими лекарственными травами (зверобоем, пустырником, цветками ноготков, эхинацеи, травы горькой полыни, листьев березы).

В работе [33], выполненной Е.Ю. Олейниц и соавторами, было установлено, что АОА водно-спиртовых экстрактов кипрея увеличивается, если перед завариванием добавить сушеных цветков к листьям кипрея. Н.В. Заворохина и другие [34] показали, что стебли и цветы кипрея подвергаются ферментации хуже, чем листья, а измельчение листа приводит к уменьшению значений АОА, чем при его скручивании (оба образца подвергались ферментации).

Так как нет единого метода определения АОА, а полученные разными методами данные порой несопоставимы, они все же позволяют выявить общие закономерности в изучении АОА лекарственных трав.

Заключение

Таким образом, можно сделать следующие выводы. На величину АОА водных экстрактов лекарственных растений влияет продолжительность процесса экстракции, а для кипрея узколистного также влияет степень ферментации. Использование смесей водных экстрактов лекарственных растений приводит не к увеличению значений АОА, а, наоборот, к снижению ее показателей.

При использовании спиртовых экстрактов лекарственных растений величина АОА зависит от концентрации этилового спирта. Наиболее высокие значения наблюдаются в экстрактах, при приготовлении которых использовался 40% раствор этилового спирта. Спиртовые экстракты по сравнению с водными экстрактами имеют более низкие значения АОА. При увеличении времени экстракции показатели их АОА увеличиваются.

Список литературы

1. Меньщикова Е.Б., Ланкин В.З., Зенков Н.К., Бондарь И.А., Круговых Н.Ф., Труфакин В. А. Окислительный стресс. Проксиданты и антиоксиданты. М., 2006. 556 с.
2. Белоусова М.А., Корсакова Е.А., Городецкая Е.А., Каленикова Е.И., Медведев О.С. Новые антиоксиданты как нейропротекторы при ишемических повреждениях головного мозга и нейродегенеративных заболеваниях // Экспериментальная и клиническая фармакология. 2014. Т. 77. №11. С. 36–44. DOI: 10.30906/0869-2092-2014-77-11-36-44.
3. Chabert P., Anger C., Pincemail J., Schini-Kerth V.B. Systems biology of free radicals and antioxidants. Overview of Plant-Derived Antioxidants. Berlin, Heidelberg, 2014. Pp. 4005–4022. DOI: 10.1007/978-3-642-30018-9_162.
4. Halliwell B. The antioxidant paradox // The Lancet. 2000. Vol. 355. Pp. 1179–1180. DOI: 10.1016/S0140-6736(00)02075-4.
5. Ушкалова Е.А. Антиоксидантные и антигипоксические свойства актовегина у кардиологических больных // Трудный пациент. 2005. Т. 3. №3. С. 22–26.
6. Зайцев В.Г., Островский О.В., Закревский В.И. Связь между химическим строением и мишенью действия как основа классификации антиоксидантов прямого действия // Экспериментальная и клиническая фармакология. 2003. Т. 66. №4. С. 66–70. DOI: 10.30906/0869-2092-2003-66-4-66-70.
7. Morel Y., Barouki R. Repression of gene expression by oxidative stress // Biochem J. 1999. Vol. 342. N3. Pp. 481–496. DOI: 10.1042/bj3420481.
8. Царёв В.Н., Базарнова Н.Г., Дубенский М.М. Кипрей узколистный (*Chamerion Angustifolium L.*) химический состав, биологическая активность (обзор) // Химия растительного сырья. 2016. №4. С. 15–26.
9. Томбасов Д.С. Определение флавоноидов, танинов и алкалоидов в ферментированном чае из листьев кипрея узколистного (иван-чай) // Юный ученый. 2021. Т. 45. №4. С. 70–76.
10. Olennikov D.N., Kirillina C.S., Chirikova N.K. Water-Soluble Melanoidin Pigment as a New Antioxidant Component of Fermented Willowherb Leaves (*Epilobium angustifolium*) // Antioxidants. 2021. Vol. 10. N8. P. 1300. DOI: 10.3390/antiox10081300.
11. Шевчук С.В., Гурина Н.С. Антиоксидантная активность травы кипрея узколистного (Иван-чая) // Медицинский журнал. 2021. №1. С. 116–120.
12. Куркин В.А., Поройков В.В., Куркина А.В., Авдеева Е.В., Правдивцева О.Е. Флавоноиды лекарственных растений: прогноз антиоксидантной активности // Современные проблемы науки и образования. 2015. №2-2. URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=23252>.
13. Oleynikov V. Antioxidant and antimicrobial properties of oregano extract (*Origanum vulgare herba L.*) // Foods and Raw Materials. 2020. Vol. 8. N1. Pp. 84–90. DOI: 10.21603/2308-4057-2020-1-84-90.
14. Kamel M., Nidhal S., Olfä B., Slim B., Sonia T., Abdulkhaleq A., Khaldoun A.S., Wided B.A., Sana A., Adel H.B., Majdi H., Sawsen S., Ferid L., Brahim M. Chemical Composition and Antioxidant and Antimicrobial Activities of Wormwood (*Artemisia absinthium L.*) Essential Oils and Phenolics // Journal of Chemistry. 2015. Pp. 1–12. DOI: 10.1155/2015/804658.
15. Шайхынбекова Р.М., Рослякова Е.М., Байболатова Л.М., Байжанова Н.С., Бисерова А.Г. Антиоксидантные свойства фитопрепаратов в условиях *in vitro* // Успехи современного естествознания. 2015. №9-3. С. 479–481.
16. Турова А.Д., Сапожникова Э.Н. Лекарственные растения СССР и их применение. 4-е изд. М., 1984. С. 303–304.
17. Минаева В.Г. Лекарственные растения Сибири. 5-е издание, перераб. и доп. Новосибирск, 1991. 431 с.
18. Валов Р.И. Фармакогностическое исследование надземной части *Chamerion Angustifolium L.*) Scop.: автореф. дис. ... канд. фарм. наук. Улан-Удэ, 2012. 22 с.
19. Шамсудинов Ш.Н., Аvezов С.А. Противовоспалительное свойство сухого экстракта зверобоя продырявленного // Доклады академии наук республики Таджикистан. 2015. Т. 58. №3. С. 252–256.
20. Sosa S., Pace R., Vornancin A., Morazzoni P., Riva A., Tubaro A., Della Loggia R. Topical anti-inflammatory activity of extracts and compounds from *Hypericum perforatum L.* // J. Pharm. Pharmacol. 2007. Vol. 59. N5. Pp. 703–709. DOI: 10.1211/jpp.59.5.0011.
21. Рабинович А.М. Фитотерапия против рака // Экология и жизнь. 2001. №5. С. 78–81; Суркова О.В. Противоопухолевые и иммуностропные свойства Звездчатки средней (*Stellaria Media*) и кипрея узколистного (*Chamerion Angustifolium*): автореф. дис. ... канд. биол. наук. Покров, 2009. 24 с.
22. Полежаева И.В., Полежаева Н.И., Левданский В.А. Сравнительное исследование химического состава кипрея узколистного // Вестник КГУ. Естественные науки. 2005. №2. С. 130–133.
23. Sivropoulou A., Kokkini S., Lanaras T., Arsenakis M. Antimicrobial activity of mint essential oils // Journal of Agricultural and Food Chemistry. 1995. Vol. 43. Pp. 2384–2388. DOI: 10.1021/JF00057A013.
24. Battinelli L., Tita B., Evandri M.G., Mazzanti G. Antimicrobial activity of *Epilobium spp.* extracts // Farmaco. 2001. Vol. 56. Pp. 345–348. DOI: 10.1016/S0014-827X(01)01047-3.
25. Bartfay W.J., Bartfay E., Green-Jhonson. Gram-negative and gram-positive antibacterial properties of the whole plant extract of willow herb (*Epilobium angustifolium*) // J. Biol. Res. Nurs. 2012. Vol. 14. N1. Pp. 87–90. DOI: 10.1177/1099800410393947.
26. Brdjanin S., Bogdanovic N., Kolundzic M.D., Milenković M.T., Golić N., Kojić M., Kundaković T. Antimicrobial activity of oregano (*Origanum vulgare L.*): And basil (*Ocimum basilicum L.*): Extracts // Advanced technologies. 2015. Vol. 4. N2. Pp. 5–10. DOI: 10.5937/SAVTEH1502005B.

27. Mamatova A.S., Korona-Glowniak I., Skalicka-Woźniak K., Józefczyk A., Wojtanowski K.K., Baj T., Sakipov Z.B., Malm A. Phytochemical composition of wormwood (*Artemisia gmelinii*) extracts in respect of their antimicrobial activity // BMC Complementary and Alternative Medicine. 2019. Vol. 19. Pp. 1–8. DOI: 10.1186/s12906-019-2719-x.
28. Викторов В.К., Корсун В.Ф. Уникальные лечебные свойства сорняков. М., 2010. 270 с.
29. Муравьёва Д.А., Баньковский А.И. Исследование растений, применяемых в народной медицине, на содержание аскорбиновой кислоты // Труды ВНИИ лекарственных и ароматических растений. 1949. №9. С. 39–118.
30. Марнова Л.Г. Таниноносцы восточной части центрального Тянь-Шаня // Флора СССР. 1952. Т. 18. С. 148.
31. Малахова Н.А., Ивойлова А.В., Малышева Н.Н., Сараева С.Ю., Охохонин А.В. Потенциометрические и вольтамперометрические методы исследования и анализа: учеб.-метод. пособие. Екатеринбург, 2019. 160 с.
32. Ivanova A.V., Gerasimova E.L., Gazizullina E.R., Popova K.G., Matern A.I. Study of the antioxidant activity and total polyphenol concentration of medicinal plants // J. Anal. Chem. 2017. Vol. 72. N4. Pp. 415–420. DOI: 10.1134/S1061934817040049.
33. Олейниц Е.Ю., Блинова И.П., Дейнека Л.А., Кульченко Я.Ю., Дейнека В.И., Селеменёв В.Ф. Антоцианы и другие фенольные соединения Иван-чая, и его антиоксидантная активность // Вестник ВГУ. Серия: Химия. Биология. Фармация. 2018. №1. С. 1–14.
34. Заборохина Н.В., Чугунова О.В., Фозилова В.В. Чайные напитки антиоксидантной направленности на основе кипрея узколистного // Пиво и напитки. 2013. №1. С. 28–29.

Поступила в редакцию 29 июня 2022 г.

После переработки 22 августа 2022 г.

Принята к публикации 15 ноября 2022 г.

Для цитирования: Горохов В.Ю., Якимова И.Д., Стяпунина О.Г. Сравнительная оценка антиоксидантной активности лекарственных растений Пермского края // Химия растительного сырья. 2023. №1. С. 265–272. DOI: 10.14258/jcrpm.20230111611.

Gorokhov V.Yu.^{1*}, Yakimova I.D.², Stryapunina O.G.² COMPARATIVE EVALUATION OF THE ANTIOXIDANT ACTIVITY OF MEDICINAL PLANTS IN THE PERM REGION

¹ Institute of Technical Chemistry UB RAS – branch of the Perm Federal Research Center UB RAS, ul. Akademika Koroleva, 3, Perm, 614013, (Russia), e-mail: Gorokhov V.Yu@mail.ru

² Perm State Agrarian and Technological University named after Academician D.N. Pryanishnikova, ul. Petropavlovskaya, 23, Perm, 614990, (Russia)

The paper considers the antioxidant properties of water and alcohol extractions of fermented and unfermented fireweed of the narrow-leaved fireweed family (*Chamerion Angustifolium Onagraceae*, St.), bitter wormwood (*Artemisia absintium* L.), red clover (*Trifolium pratense*). The effect of the fermentation process, solvent, and extraction time on antioxidant activity (AOA) was studied. A comparative assessment of the antioxidant properties of medicinal plants of the Perm region was carried out. Using the potentiometric method, it was found that the AOA values of water extracts of fireweed angustifolia increase with the time of extraction. Fireweed weakly fermented (finely ground) and fermented (finely ground) have the highest AOA values during extraction within 24 hours. Shoots of young fireweed angustifolia have very low AOA values compared to unfermented and fermented samples. The AOA of aqueous extracts of medicinal plants increases with the time of their extraction. Oregano has the highest AOA value – 2.78×10^{-2} mol-equiv, and red clover has the lowest value – 0.37×10^{-2} mol-equiv. The highest value of AOA among mixtures of medicinal plants has a mixture of oregano with fermented fireweed (finely ground) – 2.52×10^{-2} mol-equiv. It has been established that extracts prepared from 40% ethanol solution for fireweed angustifolia and 20 and 40% for oregano have the highest AOA values. The AOA values for the alcohol extract of oregano increase depending on the time of its extraction.

Keywords: AOA, fireweed, St. John's wort, mint, oregano, wormwood, clover, fermentation, extraction.

References

- Men'shchikova Ye.B., Lankin V.Z., Zenkov N.K., Bondar' I.A., Krugovykh N.F., Trufakin V. A. *Okislitel'nyy stress. Prooksidanty i antioksidanty*. [Oxidative stress. Prooxidants and Antioxidants]. Moscow, 2006, 556 p. (in Russ.).
- Belousova M.A., Korsakova Ye.A., Gorodetskaya Ye.A., Kalenikova Ye.I., Medvedev O.S. *Eksperimental'naya i klinicheskaya farmakologiya*, 2014, vol. 77, no. 11, pp. 36–44. DOI: 10.30906/0869-2092-2014-77-11-36-44. (in Russ.).
- Chabert P., Anger C., Pincemail J., Schini-Kerth V.B. *Systems biology of free radicals and antioxidants. Overview of Plant-Derived Antioxidants*. Berlin, Heidelberg, 2014, pp. 4005–4022. DOI: 10.1007/978-3-642-30018-9_162.
- Halliwell B. *The Lancet*, 2000, vol. 355, pp. 1179–1180. DOI: 10.1016/S0140-6736(00)02075-4.
- Ushkalova Ye.A. *Trudnyy patsiyent*, 2005, vol. 3, no. 3, pp. 22–26. (in Russ.).
- Zaytsev V.G., Ostrovskiy O.V., Zakrevskiy V.I. *Eksperimental'naya i klinicheskaya farmakologiya*, 2003, vol. 66, no. 4, pp. 66–70. DOI: 10.30906/0869-2092-2003-66-4-66-70. (in Russ.).
- Morel Y., Barouki R. *Biochem J.*, 1999, vol. 342, no. 3, pp. 481–496. DOI: 10.1042/bj3420481.
- Tsarev V.N., Bazarnova N.G., Dubensky M.M. *Khimiya Rastitel'nogo Syr'ya*, 2016, no. 4, pp. 15–26. (in Russ.).
- Tombasov D.S. *Yunyy uchenyy*, 2021, vol. 45, no. 4, pp. 70–76. (in Russ.).
- Olennikov D.N., Kirillina C.S., Chirikova N.K. *Antioxidants*, 2021, vol. 10, no. 8, p. 1300. DOI: 10.3390/antiox10081300.
- Shevchuk S.V., Gurina N.S. *Meditinskiy zhurnal*, 2021, no. 1, pp. 116–120. (in Russ.).
- Kurkin V.A., Poroykov V.V., Kurkina A.V., Avdeyeva Ye.V., Pravdivtseva O.Ye. *Sovremennyye problemy nauki i obrazovaniya*, 2015, no. 2-2. URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=23252>. (in Russ.).
- Oleynikov V. *Foods and Raw Materials*, 2020, vol. 8, no. 1, pp. 84–90. DOI: 10.21603/2308-4057-2020-1-84-90.
- Kamel M., Nidhal S., Olf B., Slim B., Sonia T., Abdulkhaleg A., Khaldoun A.S., Wided B.A., Sana A., Adel H.B., Majdi H., Sawsen S., Ferid L., Brahim M. *Journal of Chemistry*, 2015, pp. 1–12. DOI: 10.1155/2015/804658.
- Shaykhynbekova R.M., Roslyakova Ye.M., Baybolatova L.M., Bayzhanova N.S., Biserova A.G. *Uspexhi sovremenogo yestestvoznaniya*, 2015, no. 9-3, pp. 479–481. (in Russ.).
- Turova A.D., Sapozhnikova E.N. *Lekarstvennyye rasteniya SSSR i ikh primeneniye. 4-ye. izd.* [Medicinal plants of the USSR and their application. 4th. ed.]. Moscow, 1984, pp. 303–304. (in Russ.).
- Minayeva V.G. *Lekarstvennyye rasteniya Sibiri. 5-ye izdaniye, pererab. i dop.* [Medicinal plants of Siberia. 5th edition, revised and additional]. Novosibirsk, 1991, 431 p. (in Russ.).
- Valov R.I. *Farmakognosticheskoye issledovaniye nadzemnoy chasti Chamerion Angustifolium (L.) Scop.: avtoref. dis. ... kand. farm. nauk.* [Pharmacognostic study of the aerial part of *Chamerion Angustifolium (L.) Scop.*: abstract dis. ... cand. farm. Sciences]. Ulan-Ude, 2012, 22 p. (in Russ.).
- Shamsudinov Sh.N., Avezov S.A. *Doklady akademii nauk respubliki Tadjikistan*, 2015, vol. 58, no. 3, pp. 252–256. (in Russ.).
- Sosa S., Pace R., Bornancin A., Morazzoni P., Riva A., Tubaro A., Della Loggia R. *J. Pharm. Pharmacol.*, 2007, vol. 59, no. 5, pp. 703–709. DOI: 10.1211/jpp.59.5.0011.
- Rabinovich A.M. *Ekologiya i zhizn'*, 2001, no. 5, pp. 78–81. (in Russ.); Surkova O.V. *Protivoopukholevyye i immunotropnyye svoystva Zvezdchatki sredney (Stellaria Media) i kipreya uzkolistnogo (Chamerion Angustifolium): avtoref. dis. ... kand. biol. nauk.* [Antitumor and immunotropic properties of Starweed (*Stellaria Media*) and fireweed (*Chamerion Angustifolium*): abstract dis. ... cand. biol. Sciences. Pokrov, 2009, 24 p. (in Russ.).

* Corresponding author.

22. Polezhayeva I.V., Polezhayeva N.I., Levdanskiy V.A. *Vestnik KGU. Yestestvennyye nauki*. 2005, no. 2, pp. 130–133. (in Russ.).
23. Sivropoulou A., Kokkini S., Lanaras T., Arsenakis M. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 1995, vol. 43, pp. 2384–2388. DOI: 10.1021/JF00057A013.
24. Battinelli L., Tita B., Evandri M.G., Mazzanti G. *Farmaco.*, 2001, vol. 56, pp. 345–348. DOI: 10.1016/S0014-827X(01)01047-3.
25. Bartfay W.J., Bartfay E., Green-Jhonson J. *Biol. Res. Nurs.*, 2012, vol. 14, no. 1, pp. 87–90. DOI: 10.1177/1099800410393947.
26. Brdjanin S., Bogdanovic N., Kolundzic M.D., Milenković M.T., Golić N., Kojić M., Kundaković T. *Advanced technologies*, 2015, vol. 4, no. 2, pp. 5–10. DOI: 10.5937/SAVTEH1502005B.
27. Mamatova A.S., Korona-Glowniak I., Skalicka-Woźniak K., Józefczyk A., Wojtanowski K.K., Baj T., Sakipov Z.B., Malm A. *BMC Complementary and Alternative Medicine*, 2019, vol. 19, pp. 1–8. DOI: 10.1186/s12906-019-2719-x.
28. Viktorov V.K., Korsun V.F. *Unikal'nyye lechebnyye svoystva sornyakov*. [Unique medicinal properties of weeds]. Moscow, 2010, 270 p. (in Russ.).
29. Murav'yova D.A., Ban'kovskiy A.I. *Trudy VNI lekarstvennykh i aromaticsikh rasteniy*, 1949, no. 9, pp. 39–118. (in Russ.).
30. Marnova L.G. *Flora SSSR*, 1952, vol. 18, p. 148. (in Russ.).
31. Malakhova N.A., Ivoylova A.V., Malysheva N.N., Sarayeva S.Yu., Okhokhonin A.V. *Potentsiometricheskiye i vol'tamperometricheskiye metody issledovaniya i analiza: ucheb.-metod. posobiye*. [Potentiometric and voltammetric methods of research and analysis: textbook-method. allowance]. Ekaterinburg. 2019, 160 p. (in Russ.).
32. Ivanova A.V., Gerasimova E.L., Gazizullina E.R., Popova K.G., Matern A.I. *J. Anal. Chem.*, 2017, vol. 72, no. 4, pp. 415–420. DOI: 10.1134/S1061934817040049.
33. Oleynits Ye.Yu., Blinova I.P., Deyneka L.A., Kul'chenko Ya.Yu., Deyneka V.I., Selemenov V.F. *Vestnik VGU. Seriya: Khimiya. Biologiya. Farmatsiya*, 2018, no. 1, pp. 1–14. (in Russ.).
34. Zavorokhina N.V., Chugunova O.V., Fozilova V.V. *Pivo i napitki*, 2013, no. 1, pp. 28–29. (in Russ.).

Received June 29, 2022

Revised August 22, 2022

Accepted November 15, 2022

For citing: Gorokhov V.Yu., Yakimova I.D., Stryapunina O.G. *Khimiya Rastitel'nogo Syr'ya*, 2023, no. 1, pp. 265–272. (in Russ.). DOI: 10.14258/jcprm.20230111611.