
ИССЛЕДОВАНИЕ АНТИОКСИДАНТНОЙ АКТИВНОСТИ ПОДОРОЖНИКА БОЛЬШОГО (*PLANTAGO MAJOR L.*), ПРОИЗРАСТАЮЩЕГО В ПРИГОРОДЕ Г. УРАЛЬСКА

А.К. Джаманбалиева, Р.А Джусупова, Н.В Акатьев*

Западно-Казахстанский университет им. М. Утемисова, Уральск, Казахстан

Аннотация

*Цель настоящего исследования состояла в оценке антиоксидантной активности экстрактов листьев и соцветий подорожника большого (*Plantago major L.*), произрастающего в пригороде г. Уральска. Исследована общая антиоксидантная и восстанавливающая способность экстрактов, их активность по удалению DPPH и NO-радикалов, а также способность разрушать пероксид водорода.*

Ключевые слова: *Plantago major L., антиоксидантная активность, антирадикальная активность, растительные экстракты.*

Введение. Антиоксиданты - это вещества способные разрушать свободные радикалы и замедлять окислительно-восстановительные процессы в живых организмах. Это помогает снижать факторы стресса, прекращать процессы окисления в клетках, ускорять восстановление организма после перенесённых заболеваний и эффективнее противостоять инфекциям [1]. Доказано, что антиоксиданты снижают риск хронических и онкологических заболеваний, а также заболеваний сердечно-сосудистой системы [2-4]. Образование свободных радикалов может усиливаться под воздействием солнечного света, озона, рентгеновских лучей, дыма и химических загрязнителей. Многие лекарственные препараты, в частности антибиотики, при всей своей полезности, способствуют образованию свободных радикалов [5]. При недостаточном

количестве веществ-антиоксидантов у человека проявляются заболевания эндокринной и нервной систем, а также ослабляется иммунитет. Одним из наиболее эффективных способов профилактики указанных заболеваний является приём препаратов, содержащих природные антиоксиданты [6].

Важнейшим внешним источником антиоксидантов для организма человека является растительное сырьё и продукты его переработки, которые используются в фармацевтической, пищевой и косметической промышленности. Использование природных антиоксидантов в качестве доступной, дешевой и безопасной альтернативы синтетическим препаратам безусловно является важным направлением в сфере охраны здоровья человека [1].

Антиоксиданты могут действовать как аддитивно так и синергически, при этом поглощаясь в организме по-разному [7]. Вследствие этого оценка общей антиоксидантной активности дает более достоверную информацию, чем оценка каждого из антиоксидантов по отдельности [8]. Вклад отдельных компонентов в общую антиоксидантную активность различается, потому что одни и те же вещества проявляют разную реакционную способность по отношению к радикалам и окислителям различной природы [9, 10]. В связи с этим, для более точной оценки антиоксидантной активности рекомендуется

проводить определение как минимум двумя независимыми методами [11].

Подорожник большой (*Plantago major L.*) - это одно из многих лекарственных растений, целебные свойства которого известны с глубокой древности. До сих пор *Plantago major L.*, используется в народной медицине по всему миру для профилактики и лечения ряда кожных и инфекционных заболеваний, проблем касающихся органов пищеварения, дыхания, репродукции, кровообращения, против опухолей, для облегчения боли и снижения температуры, а также как эффективное ранозаживляющее средство [12].

В настоящей работе с применением современных методов дана экспериментальная оценка антиоксидантных свойств экстрактов надземных частей *Plantago major L.*, полученных с помощью растворителей различной полярности.

Объект и методика исследования.

Реактивы и материалы.

Все реактивы аналитической чистоты, производства Sigma Aldrich, Alfa Aesar, TCI и Acros Organics использовались без дополнительной очистки. Воду дважды перегоняли в стеклянном приборе. Качество воды контролировалось кондуктометрически. Остаточное сопротивление не превышало $1,62 \cdot 10^{-6}$ Ом, что соответствует содержанию солей не более 1,15 мг/дм³ в пересчете на NaCl.

Сбор и подготовка растительного материала.

Образцы надземной части растения собраны в их естественной среде произрастания в летний период 2022 года в фазе цветения в пригороде г. Уральска. Сбор проводился в сухую погоду в относительно чистой экологической зоне, вдали от автомобильных дорог и промышленных предприятий. Растения тщательно промывали водопроводной водой от механических загрязнений, за-

тем 2-3 раза бидистиллированной водой и высушивали воздушно - теневым способом в течение 2 недель. Высушенные образцы измельчали при помощи электрической мельницы в мелкий порошок и просеивали через сито с диаметром отверстий 1 мм. Полученные образцы хранили во флаконах из темного стекла при 4°C и использовали для экстракции.

Приготовление экстрактов.

10,0 г воздушно-сухого и измельченного растительного материала помещали в колбу Эрленмейера емкостью 250 мл и экстрагировали 3 раза по 100 мл бидистиллированной водой, этанолом (EtOH), хлористым метиленом (CH₂Cl₂), и петролейным эфиром (PE) при 40°C на водяной бане в течение 4 ч. Относительная полярность растворителей составляет 1,0, 0,654, 0,309 и 0,009 соответственно [13]. После каждой экстракции смесь фильтровали и остаток повторно экстрагировали свежей порцией растворителя. Объединенные фильтраты упаривали. Твердый остаток сушили при 40°C до постоянной массы. Полученные экстракты хранили в промаркированных стеклянных флаконах при 4°C и использовали для последующего анализа.

Определение общей антиоксидантной активности (total antioxidant capacity, TAC)

Общую антиоксидантную активность экстрактов определяли фосфомолибдатным методом, описанным Прието, при 765 нм относительной контрольной пробы на спектрофотометре Jenway 6305. Аскорбиновую кислоту использовали в качестве стандарта. TAC экстрактов выражали в ммоль эквивалентов аскорбиновой кислоты на г экстракта (ммольАК/г) [14].

Определение общей восстанавливающей способности (total reducing power, TRP)

Общую восстанавливающую способность экстрактов оценивали по методу,

описанному Ояйдзу при 700 нм на спектрофотометре Jenway 6305 и выражали в ммоль эквивалентов аскорбиновой кислоты на г экстракта (ммольАК/г) [15].

Активность по удалению радикалов DPPH (2,2-дифенил-1-пикрилгидразил)

Активность по удалению свободных радикалов измеряли с использованием метода, описанного Бранд-Уильямсом [16]. DPPH образует спиртовые растворы фиолетового цвета, который меняется на ярко-желтый в присутствии антиоксидантов. Анализ проводили со спиртовыми растворами экстрактов, в концентрациях 0,1, 0,25, 0,5, 0,75 и 1,0 мг/мл. Поглощение определяли спектрофотометрически при 517 нм на спектрофотометре Jenway 6305 относительно чистого растворителя. Способность экстрактов поглощать радикал DPPH рассчитывали по формуле 1:

$$\text{DPPH активность (\%)} = \frac{A_0 - A_1}{A_0} \cdot 100 \quad (1)$$

где A0 - поглощение контрольной пробы, а A1 - поглощение экстракта. В качестве положительного контроля использовали аскорбиновую кислоту в том же диапазоне концентраций.

Активность по удалению NO-радикалов (NO-radical scavenging activity, NO-RSA)

При физиологическом pH радикал оксида азота, образующийся из водного раствора нитропруссиды натрия, взаимодействует с кислородом с образованием нитрит-ионов, количество которых может быть определено фотометрически с помощью реактива Грисса-Илловая [17]. Измерение проводили на приборе Jenway 6305 при 546 нм относительно холостого образца с водными растворами экстрактов в концентрациях 0,1, 0,25, 0,5, 0,75 и 1,0 мг/мл. Процент удаления NO-радикалов рассчитывали по формуле 2:

$$\text{NO активность (\%)} = \frac{A_0 - A_1}{A_0} \cdot 100 \quad (2)$$

где A0 - поглощение контрольной пробы, а A1 - поглощение экстракта или стандарта. Контрольный эксперимент был проведен по аналогичной методике с эквивалентным количеством растворителя вместо тестируемого экстракта. В качестве стандарта использовали аскорбиновую кислоту в тех же концентрациях. Количество нитрита, образующегося в присутствии или отсутствии растительного экстракта, оценивали по стандартной кривой нитрита натрия ($y = 0,2104x + 0,0412$, $R^2 = 0,9993$)

Активность по удалению пероксида водорода (hydrogen peroxide scavenging activity, HPSA)

HPSA экстрактов определяли на спектрофотометре Jenway 6305 при 240 нм, по методу описанному Ручом [18]. Определение проводили с водными растворами экстрактов в концентрациях 0,1, 0,25, 0,5, 0,75 и 1,0 мг/мл относительно контрольной пробы (молярный коэффициент экстинкции для H2O2 при 240 нм составляет $\epsilon = 43,6 \text{ M}^{-1}\text{cm}^{-1}$) [19]. В качестве положительного контроля использовали аскорбиновую кислоту в тех же концентрациях. Активность экстрактов по удалению H2O2 рассчитывали по формуле 3:

$$\text{HPSA (\%)} = \frac{A_0 - A_1}{A_0} \cdot 100 \quad (3)$$

где A0 - поглощение контрольной пробы, A1 - поглощение в присутствии экстракта или стандарта.

Все результаты представлены в виде среднего арифметического трёх параллельных определений \pm стандартное отклонение.

Результаты и обсуждения.

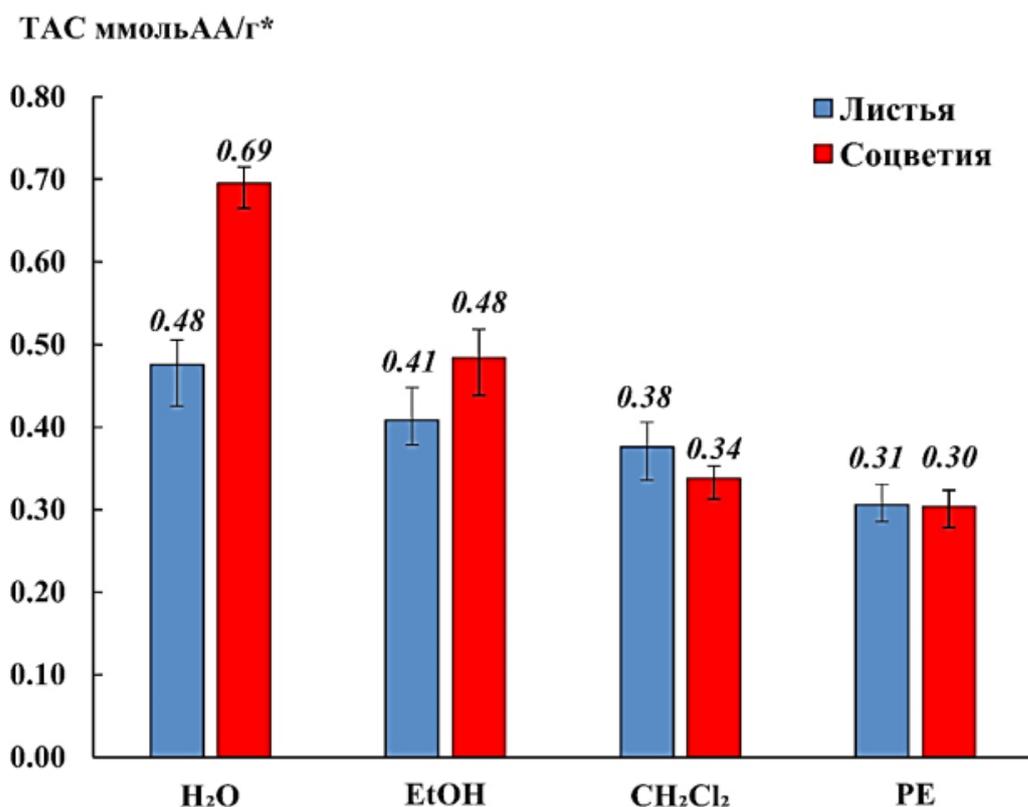
Определение общей антиоксидантной активности (ТАС)

Общая антиоксидантная активность - показатель антиоксидантной способности системы, которая служит для защиты организма от токсического действия ряда соединений кислорода, образу-

щихся в организме - ионы кислорода, перекиси, свободные радикалы.

Присутствие фенолов и флавоноидов в растительных экстрактах приводит к высоким значениям общей антиоксидантной активности, представляющим собой суммарную активность всех вос-

становливающих соединений в растительных экстрактах [20]. На рисунке 1 представлены данные по определению общей антиоксидантной активности экстрактов листьев и соцветий подорожника большого.



*1 г чистой аскорбиновой кислоты соответствует 5,67 ммоль.

Рисунок 1. Общая антиоксидантная активность экстрактов листьев и соцветий *Plantago major L.*

Из рисунка 1 следует, что общая антиоксидантная активность исследуемых экстрактов напрямую зависит от полярности применяемого для экстракции растворителя и, соответственно, увеличивается в ряду H₂O > EtOH > CH₂Cl₂ > PE, что указывает на больший вклад в общую антиоксидантную активность полярных соединений. Для всех частей растения эта зависимость сохраняется. Наибольшее значение установлено

для водного экстракта соцветий (0,69 ± 0,08 ммольАК/г), а наименьшее для экстракта листьев, полученного с применением петролейного эфира (0,30 ± 0,03 ммольАК/г).

Определение общей восстанавливающей способности (total reducing power, TRP)

Восстанавливающая способность отражает электроно-донорные свойства биологически активных соединений и

тем самым служит важным критерием для оценки их антиоксидантной активности [19]. Использованный в работе метод оценки общей восстанавливающей способности имеет по сравнению с другими методами ряд преимуществ, та-

кие как стоимость, простота и скорость выполнения анализа [21].

На рисунке 2 представлены результаты оценки общей восстанавливающей способности экстрактов листьев и соцветий подорожника большого.

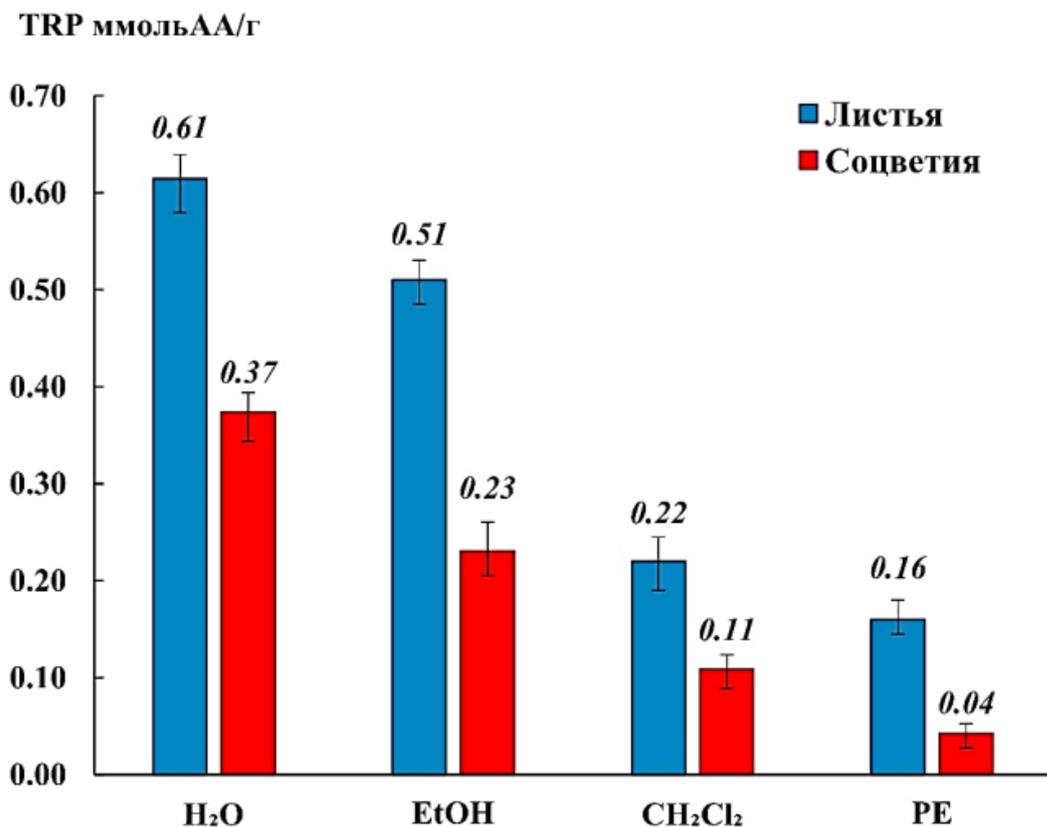


Рисунок 2. Общая восстанавливающая способность экстрактов листьев и соцветий *Plantago major L.*

Как видно из рисунка 2, полученные экстракты обладают восстанавливающей активностью в разной степени. Полученные значения варьируют от $0,610 \pm 0,026$ ммольАА/г для водного экстракта из листьев до $0,040 \pm 0,009$ ммольАА/г для экстракта из соцветий полученном с применением петролейного эфира. Наиболее сильными восстановительными свойствами обладают экстракты листьев, практически вдвое превышая аналогичный показатель для экстрактов

соцветий. При этом наибольшую активность показали водные экстракты. Как и в случае с общей антиоксидантной активностью восстановительная способность экстрактов снижается в порядке уменьшения полярности растворителей.

На рисунке 3 представлены результаты исследования активности экстрактов листьев и соцветий подорожника большого по удалению радикалов DPPH, NO и пероксида водорода.

Активность по удалению радикалов DPPH.

Способ определения антиоксидантной активности по удалению радикалов DPPH является одним из самых простых и доступных, за счет чего стал очень

популярным и широко используется в лабораториях [22]. На рисунке 3А показана активность экстрактов *Plantago major L.* по удалению радикалов DPPH при различных концентрациях.

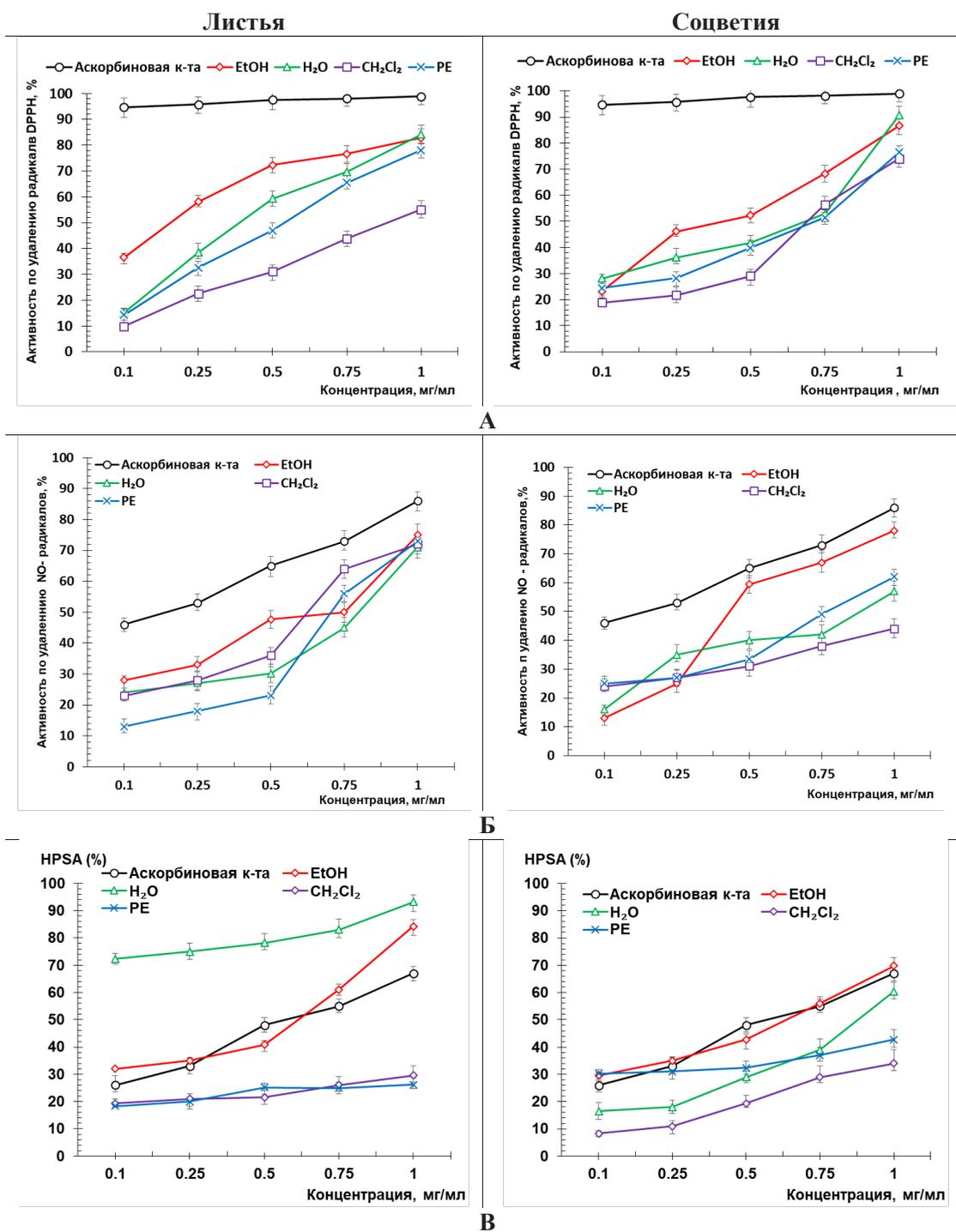


Рисунок 3. Активность экстрактов листьев и соцветий *Plantago major L.* по удалению радикалов DPPH (А), NO-радикалов (Б) и пероксида водорода (В).

Значения активности экстрактов по удалению DPPH варьировались от $9,83 \pm 0,03\%$ для СН₂Сl₂-экстрактов соцветий при 0,1 мг/мл, до $90,70 \pm 2,9\%$ у водных экстрактов листьев при концентрации 1 мг/мл. При этом активность всех экстрактов увеличивается пропорционально росту концентрации. Тем не менее ни один экстракт не продемонстрировал активность по удалению DPPH выше, чем чистая аскорбиновая кислота. Этанольные экстракты показывают самые высокие значения среди других. В большинстве случаев экстракты полученные с применением хлористого метилена и петролейного эфира показали самую низкую способность к поглощению DPPH. Это также свидетельствует, что именно присутствие полярных соединений в экстрактах играет в удалении DPPH радикалов определяющую роль.

Активность по удалению NO-радикалов.

В организме NO-радикалы легко превращаются в токсичные пероксинитриты. Поэтому одним из наиболее актуальных направлений исследований в области лечения и профилактики хронических воспалительных заболеваний является создание соединений, которые непосредственно устраняют NO-радикал [23]. В связи с этим, первоначально на данный тип антиоксидантной активности исследуются экстракты лекарственных растений.

Активность по поглощению NO-радикалов экстрактами листьев и соцветий *Plantago major L.*, показана на рисунке 3Б. Как видно, все экстракты ингибируют образование NO-радикалов. Минимальные значения активности по поглощению NO-радикалов наблюдались для экстракта из листьев, полученного с помощью петролейного эфира ($13,01 \pm 0,21\%$). Максимальная активность выявлена у этанольных экстрактов, полученных из соцветий ($78,13 \pm 0,15\%$). Увеличение концентрации

приводит к довольно значительному возрастанию активности экстрактов по удалению NO-радикалов. При этом водные экстракты оказались среди наименее эффективных. Несмотря на то, что аскорбиновая кислота в большинстве случаев обладает более высоким показателем активности по нейтрализации NO-радикалов, сильная активность спиртовых экстрактов листьев, особенно при концентрациях превышающих 0,5 мг/мл, подчеркивает их высокий антиоксидантный потенциал.

Активность по удалению пероксида водорода (HPSA).

Благодаря окислительно-восстановительным свойствам фенольных соединений, пероксид водорода в их присутствии нейтрализуется, отдавая электроны восстанавливаясь до воды, что отвечает за способность экстрактов разрушать пероксид водорода [24].

Способность экстрактов соцветий и листьев *Plantago major L.* удалять пероксид водорода показана на рисунке 3В. Результаты однозначно указывают, что экстракты *Plantago major L.* способны довольно эффективно разрушать пероксид водорода наравне или лучше, чем чистая аскорбиновая кислота. Наилучшую активность показал водный экстракт листьев ($93,01 \pm 0,26\%$). Спиртовые экстракты оказались не менее эффективны, чем чистая аскорбиновая кислота во всем диапазоне концентраций. Наименьшая активность установлена для СН₂Сl₂-экстракта соцветий при концентрации 0,1 мг/мл ($8,5 \pm 0,6\%$). При этом активность экстрактов по удалению пероксида водорода также снижается с уменьшением полярности применяемых для экстракции растворителей.

Заключение. Применением различных методов показано, что экстракты из наземных частей подорожника большого обладают широким спектром антиоксидантной активности и являются перспективными для производства

медицинских препаратов на их основе. Наилучшие показатели установлены для экстрактов полученных с применением полярных растворителей (вода, этанол). Установлено, что антиоксидантная активность экстрактов как листьев, так и соцветий подорожника большого напрямую зависит от концентрации экстракта и полярности применяемого для экстракции растворителя. Антиоксидантная активность в ряде случаев оказалась равноценной или превышала аналогичную для чистой аскорбиновой кислоты, что доказывает целесообразность дальнейшего поиска путей применения экстрактов подорожника большого в целях замены синтетических антиоксидантов экологически чистыми, доступными и безопасными препаратами растительного происхождения.

Список использованных источников

1. Пастушкова Е.В. Анализ растительного технического сырья с высокой антиоксидантной активностью, произрастающего на территории Свердловской области/ Е.В Пастушкова// *Научное обозрение. Технические науки.* – 2016. - №3. - с. 78–86.
2. Burton G.J., Jauniaux E. Oxidative stress. /G.J. Burton // *PubMed.* - 2011.- № 25. - pp. 287–299.
3. Conforti, F., Sosa, S., Marrelli, M., Menichini, F., Statti, G.A., Uzunov, D., Tubaro, A., Menichini, F. and Loggia, R.L. In Vivo Anti-Inflammatory and in Vitro Antioxidant Activities of Mediterranean Dietary Plants. / Conforti, F. et al // *Journal of Ethnopharmacology.* – 2008. - № 116. – pp. 144-151.
4. Takashima M., Horie M., Shichiri M., Hagihara Y., Yoshida Y., Niki E. Exploiting Kinetic Features of ORAC Assay for Evaluation of Radical Scavenging Capacity/ Takashima M.// *Free Radical Biol. Med.* – 2012. - № 52. - pp. 1242–1252.
5. Özge Kaya., Investigation of antioxidant and antimicrobial effects of *Plantago major* leaves.: Master's thesis/ Özge Kaya. - Turkey: M.Sc., Department of Biochemistry, 2011. - 96 p.
6. Варданян Р.Л., Варданян Л.Р., Атабебян Л.В., Григорян Т.С. Изучение антиоксидантных свойств лекарственных растений Гориского региона Армении/Р.Л. Варданян // *Химия растительного сырья.* – 2013. - № 1. - с. 151–156.
7. Carrión-García C.J., Guerra-Hernández E.J., García-Villanova B., Serafini M., Sánchez M.J., Amiano P., et al. Plasma Non-Enzymatic Antioxidant Capacity (NEAC) in Relation to Dietary NEAC, Nutrient Antioxidants and Inflammation-Related Biomarkers/ E.J. Guerra-Hernández // *Antioxidants.* – 2020. - №4:301.
8. van der Schaft N., Schoufour J.D., Nano J., Kiefte-de Jong J.C., Muka T., Sijbrands E.J.G., et al. Dietary antioxidant capacity and risk of type 2 diabetes mellitus, prediabetes and insulin resistance: the Rotterdam Study /J.D. Schoufour // *Eur J Epidemiol.* – 2019. - № 34:9.
9. Arnao M.B. Some methodological problems in the determination of antioxidant activity using chromogen radicals: a practical case/ M.B.Arnao// *Trends Food Sci Technol.* – 2000. - № 11(11). - pp. 419–21.
10. Sánchez-Moreno C. Review: Methods Used to Evaluate the Free Radical Scavenging Activity in Foods and Biological Systems / C. Sánchez-Moreno // *Food Sci Technol Int.* 2002. - № 8(3). - pp. 179–83.
11. Burlakova EB, Alesenko AV, Molochkina EM, Palmira NP, Khrapova NG. Bioantioxidants in radiation damages and malignant growth, Moscow, Science., 1975.
12. Бурлакова Е.Б. Биоантиоксиданты в лучевом поражении и злокачественном росте / Е.Б. Бурлакова, А.В. Алесенко, Е.М. Молочкина и др. - М., 1975.-214 с.
13. C. Reichardt. Solvents and Solvent Effects in Organic Chemistry. USA: Wiley-VCH Publishers. 2003. - 692 p.
14. Saeed N., Khan M. R., Shabbir M. BMC Complement. In vitro antiplasmodial, antileishmanial and antitrypanosomal activities of selected medicinal plants used in the traditional Arabian Peninsular region/ N. Saeed// *Altern. Med.* – 2012. - № 12:49.
15. Dawande V., Gurav R. Total phenolics, flavonoids content and antioxidant activities of

some *Eulophia species* / Varsha Dawande // *J. Med. plants Study*. - 2017. - № 5. - pp. 106-111.

16. Hazra B., Biswas S. & Mandal N. Antioxidant and free radical scavenging activity of *Spondias pinnata*/B. Hazra // *BMC Complement Altern Med*. - 2008. - № 8: 63.

17. Sreejayan, Rao M.N. Nitric oxide scavenging by curcuminoids /Sreejayan // *Journal of pharmacy and pharmacology*. - 1997. - № 1. - pp. 105-107.

18. Масленникова Д. Р., Плотников А. А., Шакирова Ф. М. Сравнительный анализ физиологического действия оксида азота и 6- бензиламинопурина на состояние компонентов глутатинового комплекса в корнях проросток пшеницы/ Д. Р. Масленникова // *Агрехимия*. - 2019. - № 3. - стр. 37-43.

19. Ruch R.J., Cheng S.J., Klaunig J.E. Prevention of cytotoxicity and inhibition of intercellular communication by antioxidant catechins isolated from Chinese green tea / R.J. Ruch // *Carcinogenesis* 1989. - № 10(6). - pp. 1003-1008.

20. Mumby S., Block R., Petros A. J., J. M. C. Gutteridge, Mumby S., Block R., Petros A. J., J. M. C. Gutteridge. Hydrogen peroxide and catalase are inversely related in adult patients undergoing cardiopulmonary bypass: implications for antioxidant protection/ S. Mumby // *Redox Rep.*, 1999. - № 4.- pp. 49-52.

21 Иванова А.В. Потенциометрия в исследовании антиоксидантных и антирадикальных свойств веществ: автореферат. дис. доктора хим. наук/ А.В. Иванова. - Краснодар: ФГБОУ ВО «Кубанский государственный университет». - 2019. - 46 с.

22. Trineeva O. V., et al. Morphological and physico – chemical properties of erythrocyte carriers encapsulated by terpineindolic alkaloids / O. V. Trineeva // *Drug development & registration*. - 2017. - № 4. - pp. 180-197.

23. Nathan C, J. Am. Nitric oxide as a secretory product of mammalian cells/ C. Nathan // *Journal of Biological chemistry* .- 1992. - № 6. - pp. 3051-3064.

24. Mathew S., Abraham T. E. Studies on the antioxidant activities of cinnamon (*Cinnamomum verum*) bark extracts, through various in vitro models/ S. Mathew // *Food Chemistry*. - 2006. - № 94. - pp. 520-528.

References

1. Pastushkova E.V. Analiz rastitel'nogo tekhnicheskogo syr'ya s vysokoj antioksidantnoj aktivnrst'yu, proizrastayushchego na territorii Sverdlovskoj oblasti/ E.V Pastushkova// *Nauchnoe obozrenie. Tekhnicheskie nauki*. - 2016. - №3. - s. 78-86.

2. Burton G.J., Jauniaux E. Oxidative stress. /G.J. Burton // *PubMed*. - 2011.- № 25. - pp. 287-299.

3. Conforti, F., Sosa, S., Marrelli, M., Menichini, F., Statti, G.A., Uzunov, D., Tubaro, A., Menichini, F. and Loggia, R.L. In Vivo Anti-Inflammatory and in Vitro Antioxidant Activities of Mediterranean Dietary Plants. / Conforti, F. et al // *Journal of Ethnopharmacology*. - 2008. - № 116. - pp. 144-151.

4. Takashima M., Horie M., Shichiri M., Hagihara Y., Yoshida Y., Niki E. Exploiting Kinetic Features of ORAC Assay for Evaluation of Radical Scavenging Capacity/ Takashima M.// *Free Radical Biol. Med*. - 2012. - № 52. - pp. 1242-1252.

5. Özge Kaya., Investigation of antioxidant and antimicrobial effects of *Plantago major* leaves.: Master's thesis/ Özge Kaya. - Turkey: M.Sc., Department of Biochemistry, 2011. - 96 p.

6. Vardanyan R.L, Vardanyan L.R., Atabekyan L.V., Grigoryan T.S. Izuchenie antioksidantnyh svojstv lekarstvennyh rasstений Goriskogo regiona Armenii/R.L. Vardanyan // *Himiya rastitel'nogo syr'ya*. - 2013. - № 1. - s. 151-156.

7. Carrión-García C.J., Guerra-Hernández E.J., García-Villanova B., Serafini M., Sánchez M.J., Amiano P., et al. Plasma Non-Enzymatic Antioxidant Capacity (NEAC) in Relation to Dietary NEAC, Nutrient Antioxidants and Inflammation-Related Biomarkers/ E.J. Guerra-Hernández // *Antioxidants*. - 2020. - №4:301.

8. van der Schaft N., Schoufour J.D., Nano J., Kiefte-de Jong J.C., Muka T., Sijbrands E.J.G., et al. Dietary antioxidant capacity and risk of type 2 diabetes mellitus, prediabetes and insulin resistance: the Rotterdam Study /J.D. Schoufour // *Eur J Epidemiol*. - 2019. - № 34:9.

9. Arnao M.B. Some methodological problems in the determination of antioxidant activity using chromogen radicals: a practical

- case/ M.B.Arnao// *Trends Food Sci Technol.* – 2000. - № 11(11). - pp. 419–21.
10. Sánchez-Moreno C. Review: Methods Used to Evaluate the Free Radical Scavenging Activity in Foods and Biological Systems / C. Sánchez-Moreno // *Food Sci Technol Int.* 2002. - № 8(3). - pp. 179–83.
11. Burlakova EB, Alesenko AV, Molochkina EM, Palmina NP, Khrapova NG. Bioantioxidants in radiation damages and malignant growth, Moscow, Science., 1975.
12. Burlakova E.B. Bioantioksidanty v lucheveom porazhenii i zlokachestvennom roste / E.B. Burlakova, A.B. Alesenko, E.M. Molochkina i dr. - M., 1975.-214 s.13. C. Reichardt. Solvents and Solvent Effects in Organic Chemistry. USA: Wiley-VCH Publishers. 2003. - 692 p.
14. Saeed N., Khan M. R., Shabbir M. BMC Complement. In vitro antiplasmodial, antileishmanial and antitrypanosomal activities of selected medicinal plants used in the traditional Arabian Peninsular region/ N. Saeed// *Altern. Med.* – 2012. - № 12:49.
15. Dawande V., Gurav R. Total phenolics, flavonoids content and antioxidant activities of some *Eulophia* species / Varsha Dawande // *J. Med. plants Study.* - 2017. - № 5. - pp. 106 -111.
16. Hazra B., Biswas S. & Mandal N. Antioxidant and free radical scavenging activity of *Spondias pinnata*/B. Hazra // *BMC Complement Altern Med.* – 2008. - № 8: 63.
17. Sreejayan, Rao M.N. Nitric oxide scavenging by curcuminoids /Sreejayan // *Journal of pharmacy and pharmacology.* - 1997. - № 1. - pp. 105 -107.
18. Maslennikova D. R., Plotnikov A. A., SHakirova F. M. Sravnitel'nyj analiz fiziologicheskogo dejstviya oksida azota i 6-benzilaminopurina na sostoyanie komponentov gliutinovogo kompleksa v kornyah prorostok pshenicy/ D. R. Maslennikova // *Agrohimiya.* – 2019. - № 3. - str. 37-43.
19. Ruch R.J., Cheng S.J., Klaunig J.E. Prevention of cytotoxicity and inhibition of intercellular communication by antioxidant catechins isolated from Chinese green tea / R.J. Ruch // *Carcinogenesis* 1989. - № 10(6). – pp. 1003-1008.
20. Mumby S., Block R., Petros A. J., J. M. C. Gutteridge, Mumby S., Block R., Petros A. J., J. M. C. Gutteridge. Hydrogen peroxide and catalase are inversely related in adult patients undergoing cardiopulmonary bypass: implications for antioxidant protection/ S. Mumby//*Redox Rep.*, 1999. - № 4.- pp. 49–52.
21. Ivanova A.V. Potenciometriya v issledovanii antioksidantnyh i antiradikal'nyh svojst veshchestv: avtoreferat.dis. doktora him. nauk/ A.V. Ivanova. - Krasnodar: FGBOU VO «Kubanskij gosudarstvennyj universitet». - 2019. – 46 s.22. Trineeva O. V., et al. Morphological and physico – chemical properties of erythrocyte carriers encapsulated by terpeneindolicalk aloids / O. V. Trineeva // *Drug development & registration.* - 2017. - № 4. - pp. 180-197.
23. Nathan C, J. Am. Nitric oxide as a secretory product of mammalian cells/ C. Nathan // *Journal of Biological chemistry* .- 1992. - № 6. - pp. 3051–3064.
24. Mathew S., Abraham T. E. Studies on the antioxidant activities of cinnamon (*Cinnamomum verum*) bark extracts, through various in vitro models/ S. Mathew // *Food Chemistry.* - 2006. - № 94. - pp. 520–528.

Орал қаласының маңындағы үлкен жолжелкеннің антиоксиданттық белсенділігін зерттеу

Аңдатпа

Бұл зерттеудің мақсаты – Орал қаласының маңында өсетін үлкен жолжелкеннің (*Plantago major* L.) жапырақтары мен гүлшоғырларынан алынған сығындылардың антиоксиданттық белсенділігін бағалау. Сығындылардың жалпы антиоксиданттық және қалпына келтіру қабілеті, олардың DPPH және NO-радикалды жою белсенділігі және сутегі пероксидін босату қабілеті зерттелді.

Түйінді сөздер: *Plantago major* L., антиоксиданттық белсенділік, радикалға қарсы белсенділік, сығындылар

Study of the antioxidant activity of the great plantain (plantago major L.), growing in the suburbs of Uralsk

Summary

The purpose of this study was to evaluate the antioxidant activity of extracts from the leaves and inflorescences of the great plantain (Plantago major L.) growing in the suburbs

of Uralsk. The total antioxidant and reducing capacity of the extracts, their activity in scavenging DPPH and NO radicals, and the ability to destroy hydrogen peroxide were examined.

Keywords: *Plantago major L., antioxidant activity, antiradical activity, plant extracts.*

*Материал поступил в редакцию
25.01.2023*