

УДК 633.88(470.56)

DOI: 10.33284/2658-3135-103-1-75

**О содержании антиоксидантов в видах *Plantago L.* степной зоны Оренбуржья**

*О.Н. Немерешина<sup>1</sup>, Н.Ф. Гусев<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>*Оренбургский государственный медицинский университет (г. Оренбург)*

<sup>2</sup>*Оренбургский государственный аграрный университет (г. Оренбург)*

**Аннотация:** Определение содержания природных антиоксидантов в лекарственном растительном сырье и кормах позволяет оценивать их как средства для профилактики и лечения метаболических нарушений у животных и человека. Сырьё подорожников используется в народной медицине и ветеринарии с древнейших времён в качестве ранозаживляющего, противовоспалительного и противоязвенного средства. Препараты подорожника оказывают иммуностимулирующее действие и нормализуют работу пищеварительной системы. В последние десятилетия в мировой практике доказана эффективность применения растений рода подорожник для производства кормосмесей, особенно в засушливом климате. Одним из важных показателей качества лекарственного растительного сырья и кормов является содержание в них низкомолекулярных антиоксидантов. Авторами исследовано лекарственное растительное сырьё перспективных видов рода *Plantago L.* – подорожник, семейства *Plantaginaceae Juss.*, встречающихся в степной зоне Южного Урала (в пределах Оренбургской области), на содержание соединений, обладающих антиоксидантными свойствами. Для исследования были взяты образцы *P. major*, *P. maxima*, *P. lanceolata* и *P. stepposa*. Содержание флавоноидов, танидов, аскорбиновой кислоты и токоферола превалирует в образцах *Plantago maxima*. Повышенное количество каротина продуцируют виды *Plantago stepposa L.* и *Plantago lanceolata L.*

**Ключевые слова:** *Plantago L.*, подорожник, степная зона, антиоксиданты, Оренбургская область.

UDC 633.88(470.56)

**On the content of antioxidants in *Plantago L.* species within the steppe area of Orenburg region**

*Olga N Nemereshina<sup>1</sup>, Nikolay F Gusev<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>*Orenburg State Medical University (Orenburg, Russia)*

<sup>2</sup>*Orenburg State Agrarian University (Orenburg, Russia)*

**Summary:** Determination of the content of natural antioxidants in medicinal plant materials and feeds makes it possible to evaluate them as agents for the prevention and treatment of metabolic disorders in animals and humans. Raw material of plantain has been used in folk medicine and veterinary medicine since ancient times as a wound healing, anti-inflammatory and antiulcer drug. Psyllium preparations have an immuno-stimulating effect and normalize the digestive system. In recent decades, the effectiveness of using plantain plants for the production of feed mixtures, especially in an arid climate, has been proved in world practice. One of the important indicators of quality of medicinal plant materials and feeds is the content of low-molecular antioxidants in them. The authors studied the influence of medicinal plant material of promising species of *Plantago L.* genus, *Plantaginaceae Juss.* family, found in the steppe zone of the Southern Urals (within Orenburg region), on the content of compounds with antioxidant properties. Samples of *P. major*, *P. maxima*, *P. lanceolata*, and *P. stepposa* were taken for the study. The content of flavonoids, tanides, ascorbic acid and tocopherol prevails in *Plantago maxima* samples. Species of *Plantago stepposa L.* and *Plantago lanceolata L.* produce an increased amount of carotene.

**Key words:** *Plantago L.*, plantain, steppe zone, antioxidants, Orenburg region.

**Введение.**

Последние десятилетия в странах ближнего и дальнего зарубежья население проявляет повышенный интерес к лекарственным растениям и использованию препаратов растительного про-

исхождения. Преимущество фитопрепаратов перед синтетическими лекарственными средствами заключается в их малой токсичности, мягкости действия и, как правило, отсутствии аллергических реакций. Лекарственные растения содержат комплекс биологически активных веществ, обладающих терапевтическим действием, проявляющих антиоксидантные свойства, способствующих сохранению иммунитета и процессов обмена веществ, а микроэлементы, находящиеся в лекарственном сырье в органической форме, легко усваиваются организмом (Yernazarova KB et al., 2019).

Территория Оренбургской области расположена в степной зоне и не отличается высоким ресурсным потенциалом лекарственных растений (Куркин В.А. и Петрухина И.К., 2014; Немерешина О.Н. и Гусев Н.Ф., 2015). Однако здесь встречаются все растительные группировки, где отмечены лекарственные растения, пригодные для заготовки. Нами в период геоботанических экспедиций по территории области, при инвентаризации лекарственной флоры, выявлено около 23 видов лекарственных растений, значимых в Государственном реестре лекарственных средств РФ как «лекарственное растительное сырьё» (2001). Особое внимание мы уделили поиску новых перспективных растений, необходимых для использования в современной фитотерапии и способных к импортозамещению лекарственного растительного сырья. При этом на территории области выявлены в значительном числе перспективные с точки зрения использования в современной фитотерапии нефармакопейные виды местных лекарственных растений, применяемых в народной медицине края.

Настоящее исследование посвящено изучению содержания биологически активных веществ – антиоксидантов в перспективных растениях семейства Plantaginaceae Juss. (подорожниковые), встречающихся в степной зоне Оренбургской области.

Антиоксиданты представляют собой соединения, защищающие организм от воздействия свободных радикалов и способные задерживать процесс окисления в объектах молекулярным кислородом. Свободные радикалы в норме принимают участие в метаболизме живых организмов и постоянно образуются в растительных и животных организмах (Tinkov AA et al., 2014; AbdElgawad H et al., 2016.). Свободные радикалы могут образовываться в клетках растений при процессе фотосинтеза в результате фотолиза воды при воздействии УФ-излучения или при утечке электронов из электронтранспортных цепей митохондрий и хлоропластов.

Скорость образования свободных радикалов повышается при воздействии стрессовых факторов различного генеза. При этом свободные радикалы ускоряют процесс старения клеток, вызывают повреждение органоидов и генетического аппарата, перекисное окисление липидов мембран, что приводит к апоптозу, а нередко и к некрозу тканей растения. Низкомолекулярные антиоксиданты инактивируют свободные радикалы, поэтому индукция синтеза антиоксидантов является одним из механизмов адаптации клеток к неблагоприятным факторам окружающей среды (Tinkov AA et al., 2014; Немерешина О.Н. и др., 2018; Gourlay G and Constabel CP, 2019).

На территории Оренбургской области произрастают около 11 видов рода *Plantago* L. – подорожник, но наибольшее распространение в регионе имеют четыре вида: *Plantago major* L. – подорожник большой, *Plantago maxima* Juss. ex Jacq. – подорожник наибольший, *Plantago stepposa* L. – подорожник степной, *Plantago lanceolata* L. – подорожник ланцетолистный. Все указанные виды представляют собой многолетние растения, несколько отличающиеся морфологией листа, соцветий, корневой системы и принадлежащие к различным экологическим группам (Шенников А.П., 1964). Исследуемые виды встречаются почти по всей области, кроме юго-восточных полупустынных районов области (Немерешина О.Н. и Гусев Н.Ф., 2015).

Как известно, препараты из сырья видов *Plantago* L. (подорожник) являются эффективными лекарственными средствами и находят широкое применение в современной фитотерапии России и стран ближнего и дальнего зарубежья (Махлаюк В.П., 1992; Немерешина О.Н. и др., 2018).

Наиболее изученным видом в отношении биологических особенностей, химического состава сырья и фармакологии является *Plantago major* L. (подорожник большой), произрастающий почти на всех континентах и широко применяемый для целого ряда заболеваний (Махлаюк В.П., 1992; Kemp PD et al., 2014; Немерешина О.Н. и др., 2018). В настоящее время учёные многих стран мира ведут исследе-

дования других видов *Plantago L.* (Kemp PD et al., 2014; Немерешина О.Н. и Гусев Н.Ф., 2015; Nizioł-Lukaszewska Z et al., 2019). Препараты из листьев различных подорожников применяются в народной медицине России и Европы наравне с препаратами фармакопейного вида *P. major* для лечения заболеваний желудочно-кишечного тракта и кожных патологий (Махлаюк В.П., 1992). Ранее в листьях *P. maxima* и *P. lanceolata* обнаружены флавоноиды, фенолкарбоновые кислоты, иридоиды, дубильные вещества и микроэлементы. Также была изучена антибактериальная активность препаратов отечественных подорожников и выявлено влияние биологически активных веществ растений на подавление роста и развитие гнилостной, патогенной и условно-патогенной микрофлоры и способствующие восстановлению популяций микроорганизмов, обеспечивающих оптимальное функционирование желудочно-кишечного тракта (Немерешина О.Н. и Гусев Н.Ф., 2015). Особое внимание исследователей привлекает способность подорожников оказывать терапевтическое и профилактическое действие при неалкогольной жировой болезни печени (Немерешина О.Н. и Гусев Н.Ф., 2015; Немерешина О.Н. и др., 2018, Тиньков А.А. и др., 2018).

Следует отметить, что на сегодняшний день в мире растут не только продажи лекарственного растительного сырья (лист) подорожника, но и продажи кормов на основе массы подорожника. В корма животным чаще всего добавляют муку из подорожника и измельчённое семя. Производители кормов утверждают, что подорожник является источником растворимых полисахаридов, способствующих нормализации микрофлоры кишечника, улучшению пищеварения и стула (Sosnowska D et al., 2015). Указанное подтверждается тем, что в засушливых регионах Австралии после введения кормовых смесей на основе подорожника отмечался значительных привес ягнят (Rodríguez R et al., 2019). Считается, что в условиях изменения климата и участвовавших случаях засухи животноводы могут использовать подорожник в качестве корма даже в сложных погодных условиях (Rodríguez R et al., 2019).

#### **Цель исследования**

Изучение содержания низкомолекулярных антиоксидантов: полифенольных соединений (флавоноиды, фенолкарбоновые кислоты, дубильные вещества), витаминов (аскорбиновая кислота, токоферол, каротиноиды) в растительном сырье видов рода *Plantago L.* (подорожник), произрастающих в степной зоне Оренбуржья.

#### **Материалы и методы исследования**

**Объект исследования.** *Plantago major L.* – подорожник большой, *Plantago maxima Juss. ex Jacq.* – подорожник наибольший, *Plantago stepposa L.* – подорожник степной, *Plantago lanceolata L.* – подорожник ланцетолистный.

**Схема эксперимента.** В 2017 году для исследования содержания антиоксидантов было собрано растительное сырьё (листья) подорожников в период цветения растений в типичных местобитаниях (остепнённые луга в пойме реки Урал, окрестности села Нежинка Оренбургского района) и высушено воздушно-теневым способом.

Фитохимическое исследование проводилось на базе комплексной межкафедральной лаборатории Оренбургского государственного университета и биохимической лаборатории Оренбургского государственного медицинского университета. Для установления наличия флавоноидов в растительном сырье видов *Plantago L.*, идентификации соединений и количественного содержания флавоноидов в объектах нами были использованы общепринятые методы анализа на данную группу соединений, содержащихся в растениях (Решетникова М.Д. и др., 2004; Государственная Фармакопея СССР, 1990; Скурихин В.Н. и Шабазев С.В., 1996). Количественное определение флавоноидов проводилось на фотоколориметре марки APCL AP-101 (Япония), в качестве хромогенных реактивов использовался хлорид алюминия, калибровочный график был построен по цинарозиду.

Определение наличия дубильных веществ и их количественное содержание в растительном сырье видов *Plantago L.* проводили методами, принятыми для данной группы соединений (Решетникова М.Д. и др., 2004; Государственная Фармакопея СССР, 1990). Количественное определение

дубильных веществ проводили титриметрическим (перманганатометрическим) методом, в пересчёте на танин (Государственная Фармакопея СССР, 1990).

Фенолокислоты извлекались из водного экстракта диэтиловым эфиром, после отгонки которого получали сумму свободных полифенолов. Количественное содержание суммы фенолокислот определяли методом перманганатометрии (Государственная Фармакопея СССР, 1990). Расчёт содержания фенолокислот проводили по разнице между общей суммой танидов и свободными полифенолами.

Определение содержания аскорбиновой кислоты в сырье видов *Plantago L.* проводили титриметрическим методом, изложенным в отечественной литературе (ГОСТ 24556-89). Содержание каротина в исследуемых видах сырья видов *Plantago L.* проводили фотоколориметрическим методом на приборе марки АРЕL АР-101 согласно межгосударственного стандарта (ГОСТ 13496.17-95). Экстракцию вещества из растительного сырья проводили петролейным эфиром с последующим фотоколориметрированием, измеряя интенсивность окраски относительно стандартного раствора. Содержание токоферола в растительном сырье видов *Plantago L.* проводили согласно методов определения жирорастворимых витаминов в биологических объектах на хроматографе марки Люмахром (Россия) с флуориметрическим детектированием (ГОСТ EN 12822-201).

**Статистическая обработка.** Статистическая обработка данных проводилась с помощью офисного программного комплекса «Microsoft Office» с применением программы «Excel» («Microsoft», США).

#### Результаты исследований и обсуждение

Самое высокое содержание флавоноидов среди исследуемых растений отмечено нами в сырье (лист) подорожника наибольшего (*Plantago maxima* Juss. ex Jacq.), где оно достигает в среднем 3,21 % (табл. 1, рис. 2). Показатели содержания флавоноидов в сырье подорожника степного (*P. stepposa* L.) и подорожника ланцетного (*P. lanceolata* L.) – 2,76 % и 2,34 % (табл. 1, рис. 1). Самое низкое содержание флавоноидов (2,07 %) наблюдается в растениях подорожника большого (*P. major* L.).

Таблица 1. Содержание антиоксидантов в листьях видов *Plantago L.* степной зоны Оренбуржья

Table 1. The content of antioxidants in leaves of *Plantago L.* species in the steppe zone of Orenburg region

№ / №	Виды растений/ <i>Plant species</i>	Аскорбиновая кислота, мг%/ <i>Ascorbic Acid, mg%</i>	Токоферол, мг/кг/ <i>Tocopherol, mg / kg</i>	Каротиноиды, мг/кг/ <i>Carotenoids, mg / kg</i>	Дубильные вещества, % / <i>Tannins, %</i>	Флавоноиды, % / <i>Flavonoids, %</i>	Фенолокислоты, % / <i>Phenolic acids, %</i>
1	<i>Plantago major</i> L.	66,83±0,29	34,16±0,50	20,04±0,31	5,62±0,06	2,07±0,10	2,46±0,09
2	<i>Plantago stepposa</i> L.	58,03±0,50	26,8±0,34	23,25±0,25	4,26±0,05	2,76±0,11	2,04±0,08
3	<i>Plantago maxima</i> Juss. ex Jacq.	65,91±0,23	33,18±0,28	22,97±0,37	9,04±0,09	3,21±0,19	3,19±0,10
4	<i>Plantago lanceolata</i> L.	43,18±0,26	29,13±0,44	29,04±0,34	4,17±0,06	2,34±0,09	1,94±0,09

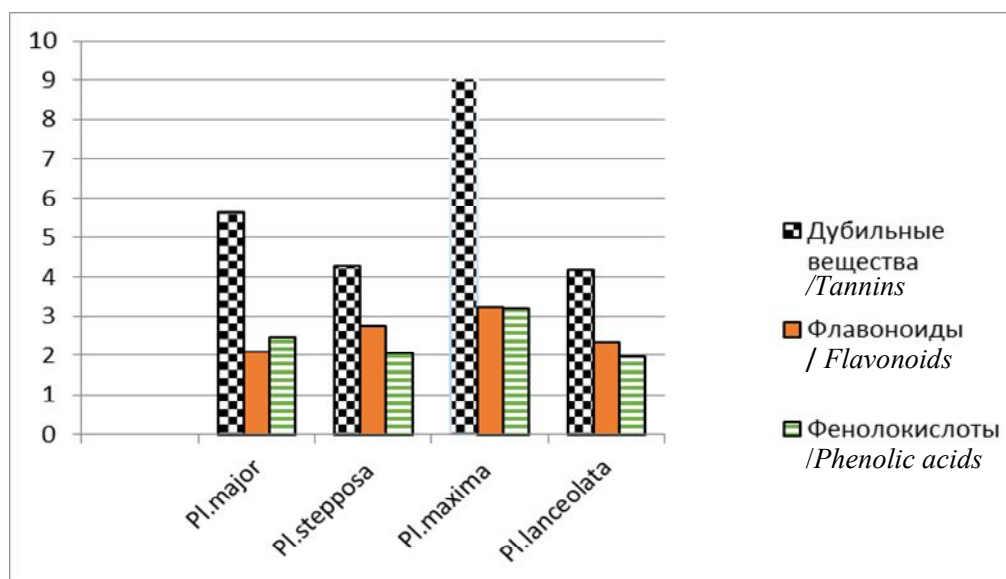


Рис. 1 – Содержание витамина С, токоферола и каротиноидов в сырье подорожников Оренбургской области

Figure 1 – The content of vitamin C, tocopherol and carotenoids in raw materials of plantain of Orenburg region

Сумма фенолокислот в сырье подорожников Оренбургской области колеблется от 1,94 % до 3,19 %. Самое высокое содержание фенолокислот отмечено в сырье *Plantago maxima* Juss. ex Jacq. (табл. 1, рис. 1).

Содержание танидов в сырье различных видов подорожников Оренбуржья колеблется от 4,17 % до 9,04 % (табл. 1, рис. 1). Максимальное содержание танидов отмечено в сырье *Plantago maxima* Juss. ex Jacq. (9,04 %).

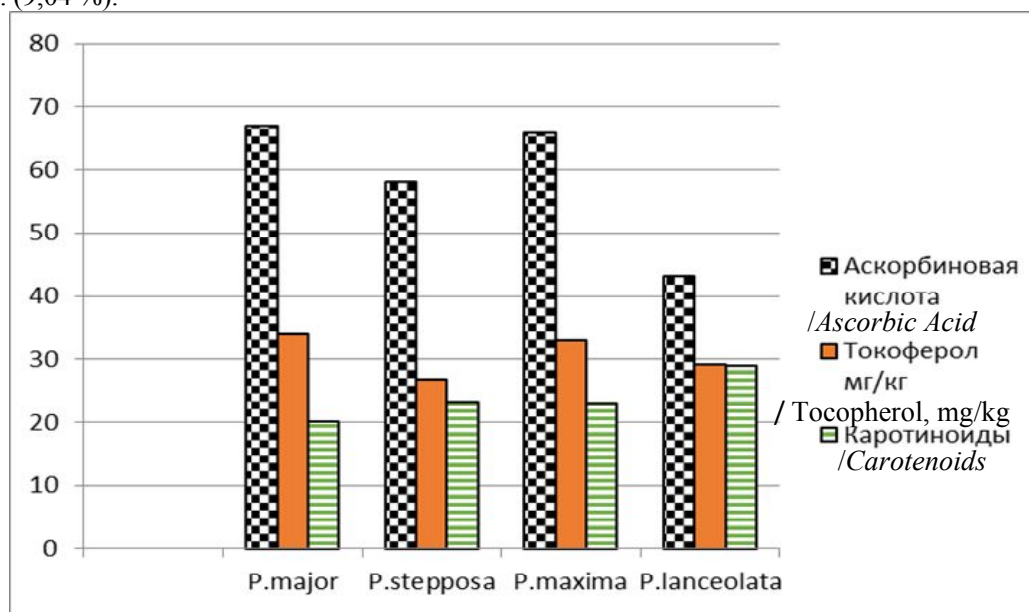


Рис. 2 – Содержание полифенольных соединений в сырье подорожников Оренбургской области

Fig. 2 – The content of polyphenolic compounds in raw materials of plantain in Orenburg region

Согласно результатам проведённых исследований сырьё подорожников, собранное в Оренбургском районе Оренбургской области, характеризуется достаточно высоким содержанием каротиноидов (табл. 1, рис. 2): от 20,04 мг/кг (*P. major* L.) до 29,04 мг/кг (*P. lanceolata* L.).

Содержание токоферола в исследуемых растениях колеблется в пределах от 26,8 мг/кг до 33,18 мг/кг (табл. 1, рис. 2), что является высокими показателями, свидетельствующими о качестве лекарственного сырья.

Содержание аскорбиновой кислоты в исследуемом сырьё подорожников колеблется от 43,18 мг% до 66,83 мг% (табл. 1, рис. 2).

Наличие мощного антиоксидантного комплекса в надземной части исследуемых видов подорожников свидетельствует о способности обезвреживания свободных радикалов как в тканях самих подорожников, так и в тканях животных и человека, получающих антиоксидантные комплексы с пищей (кормами) и лекарственными препаратами на основе данного сырья. Свободными радикалами называют частицы, которые содержат неспаренный электрон, что делает их чрезвычайно реакционноспособными и позволяет им нарушать структуру целого ряда биологических молекул, в первую очередь липидов мембран. Индукция синтеза свободных радикалов в тканях растений и животных обычно отмечается при воздействии стрессовых факторов любой этиологии. В результате присутствия опасных концентраций свободных радикалов возможны повреждения ДНК, нарушения в процессах матричных биосинтезов, нарушения структуры белков клетки, повышение скорости старения клеток (Neeff DV et al., 2018). Протекающая реакция перекисного окисления липидов носит цепной характер и способна приводить к необратимым повреждениям оргanelл и гибели клеток (апоптозу), а также некрозу тканей (Shahzad B et al., 2018).

Окислительный стресс растений может спровоцировать воздействие абиотических негативных факторов окружающей среды, в частности обычные для Южного Урала весенние заморозки, летние засухи и суховеи, а также высокий уровень ультрафиолетового облучения. Отмечается индукция синтеза свободных радикалов также при влиянии техногенных факторов (Hulisz P et al., 2018). Поэтому многие исследователи считают, что индукция синтеза высоко- и низкомолекулярных антиоксидантов является одним из важнейших механизмов адаптации к факторам стресса (Tinkov AA et al., 2014; AbdElgawad H et al., 2016; de Camargo AC et al., 2017; Немерешина О.Н. и др., 2018; Gourlay G and Constabel CP, 2019; Nizioł-Łukaszewska Z et al., 2019).

В последние годы мировое научное сообщество уделяет много внимания исследованию комплекса биологически активных веществ и антиоксидантным свойствам кормовых и пищевых растений (Hulisz P et al., 2018; Nizioł-Łukaszewska Z et al., 2019). Изучая антиоксиданты, не следует забывать, что исследуемые нами биологически активные соединения оказывают комплексное фармакологическое и физиологическое действие на организмы человека и животных, проявляя общеукрепляющее, иммуномодулирующее, пребиотическое, противовоспалительное и другие виды воздействия (Куркин В.А. и Петрухина И.К., 2014; Akincioglu H et al., 2019).

Полифенольные соединения представляют наиболее обширную группу веществ, синтезируемых растениями. Среди полифенолов с высокой биологической активностью следует отметить вещества группы флавоноидов, дубильные вещества (таниды) и фенолкарбоновые кислоты (Neeff DV et al., 2018). Флавоноиды (группа витамина Р) широко распространены в растительном мире и обладают широким спектром биологической активности, проявляют антиоксидантные свойства и способствуют нормализации обмена аскорбиновой кислоты, вместе с которой участвуют в окислительно-восстановительных процессах, проявляя свойства синергистов. Флавоноиды тормозят активность свободных радикалов и нейтрализуют их действие (Tinkov AA et al., 2014; Hulisz P et al., 2018; Shahzad B et al., 2018). Флавоноиды способствуют восстановлению функциональной активности иммунной системы, повышают адаптивные возможности организма при стрессе (Немерешина О.Н. и Гусев Н.Ф., 2015; Shahzad B et al., 2018). Флавоноиды проявляют синергизм в отношении аскорбиновой кислоты и других антиоксидантов. Все исследуемые виды рода *Plantago* L. характеризуются высоким уровнем содержания природных флавоноидов, что свидетельствует о ценности их ЛРС. Сырьё *Plantago lanceolata*, собранное на территории Оренбургского района Орен-

бургской области, демонстрирует уровень содержания флавоноидов, сопоставимый с литературными данными, приведёнными для образцов растительного сырья, собранного на территории Восточной Европы (Janković T et al., 2012).

Фенолкарбоновые кислоты также относятся к группе полифенолов и содержатся практически во всех высших растениях, но уровень их синтеза и накопления в различных видах неодинаков и зависит не только от таксономической принадлежности растения, но и от экологических условий в месте произрастания (Немерешина О.Н. и Гусев Н.Ф., 2015). Фенолокислоты совместно с флавоноидами и танидами являются эффективными ингибиторами свободных радикалов в организме человека и активными антиоксидантами (Немерешина О.Н. и Гусев Н.Ф., 2015; de Camargo AC et al., 2017; Neeff DV et al., 2018). Все исследуемые нами виды растений характеризовались высоким уровнем содержания данной группы соединений.

Дубильные вещества (таниды) как полифенольные соединения обладают выраженной антиоксидантной способностью и могут обезвреживать свободные радикалы, предотвращая тем самым перекисное окисление липидов клеточных мембран. Защищая организм, таниды блокируют активные перекисные радикалы, замедляя или устраняя их действие. Их присутствие в ЛРС обусловило противовоспалительные, анальгезирующие и регенеративные фармакологические свойства (Akincioglu H et al., 2019).

Каротиноиды (группа витамина А) – липофильные вещества, проявляющие выраженную антиоксидантную активность, инактивирующие свободные радикалы кислорода и перекисные соединения в мембранах клетки, способствуя нормальной жизнедеятельности и предотвращая апоптоз. Также для данной группы веществ описана регуляторная функция, заключающаяся в активации процессов роста и пролиферации клеток (Немерешина О.Н. и др., 2018; Neeff DV et al., 2018).

Токоферол (витамин Е) считается главным жирорастворимым природным антиоксидантом, обезвреживающим свободные радикалы и предотвращающим цепную реакцию перекисного окисления липидов мембран (Немерешина О.Н. и др., 2018; Neeff DV et al., 2018). В процессе нейтрализации свободных радикалов токоферол теряет биологическую активность. В реакции восстановления токоферола в тканях растений обычно принимает участие аскорбиновая кислота.

Аскорбиновая кислота (витамин С) входит в число веществ, способствующих повышению устойчивости растений и животных к неблагоприятным условиям окружающей среды, что в первую очередь обусловлено её антиоксидантными свойствами. Витамин С в клетках и тканях действует совместно с витамином Е и флавоноидами, предотвращая окислительный стресс (Немерешина О.Н. и Гусев Н.Ф., 2015; Neeff DV et al., 2018).

По результатам исследования содержания низкомолекулярных антиоксидантов в надземных органах (лист) видов рода *Plantago L.* (подорожник) семейства *Plantaginaceae Juss.* (подорожниковые), произрастающих в степной зоне Оренбургской области, установлено, что исследуемые растения продуцируют и накапливают значительное количество низкомолекулярных веществ, обладающих мощным антиоксидантным действием. Наличие и уровень содержания физиологически и фармакологически активных веществ в исследуемом растительном сырье представляет интерес для отечественной медицины, ветеринарии, а также для производителей кормов для животных и лечебно-профилактического питания. Витаминные и невитаминные низкомолекулярные антиоксиданты в фитопрепаратах и кормах способствуют нормализации пищеварения и внутриклеточного метаболизма млекопитающих, оказывают иммуномодулирующее и общеукрепляющее действие.

### **Выводы.**

1. Исследования показали, что сырьё исследуемых нами видов *Plantago* характеризуется высоким уровнем содержания фармакологически активных веществ-антиоксидантов. Показатели содержания биологически активных веществ указывают на ценность видов *Plantago L.* как дикорастущего растительного сырья, так и объектов интродукции и культивирования.

2. Исследуемые образцы растительного сырья *Plantago L.* (подорожник), собранные в Оренбургской области, демонстрируют видовые различия уровня содержания низкомолекулярных анти-

оксидантов. При этом можно заметить, что содержание низкомолекулярных веществ, обладающих антиоксидантными свойствами в видах *Plantago L.*, встречающихся в степной зоне, связано с экологической группой растений:

- содержание флавоноидов, танидов, аскорбиновой кислоты, токоферола и фенолокислот превалирует в видах, имеющих признаки мезоморфности – *Plantago maxima* и *Plantago major*;
- наибольшее содержание флавоноидов и фенолкарбоновых кислот отмечено в *Plantago maxima*, встречающегося на всхолмленных участках остепнённых лугов;
- повышенное количество каротина продуцируют виды *Plantago L.* с признаками ксероморфности – *Plantago stepposa L.* и *Plantago lanceolata L.*

3. Результаты проведённого исследования следует учитывать не только при оценке качества дикорастущего лекарственного растительного сырья, но и при оценке качества подорожниковосодержащих кормов в Оренбургской области, а также при планировании исследований по интродукции вышеперечисленных видов для целей кормопроизводства, ветеринарной медицины и производства лекарственных средств на основе регионального сырья. Широкое распространение видов рода *Plantago L.* на территории Южного Урала позволяют считать их важной частью биоресурсного потенциала региона.

#### Литература

1. ГОСТ 13496.17-95. Корма. Методы определения каротина. Введ. 1997-01-01. М.: Стандартинформ, 2011. 12 с. [GOST 13496.17-95. Korma. Metody opredeleniya karotina. Vved. 1997-01-01. Moscow: Standartinform; 2011:12 p. (*in Russ*)].
2. ГОСТ 24556-89. Продукты переработки плодов и овощей. Методы определения витамина С. Введ. 1990-01-01. М.: ИПК Изд-во стандартов, 2003. 22 с. [GOST 24556-89. Produkty pererabotki plodov i ovoshchei. Metody opredeleniya vitamina S. Vved. 1990-01-01. Moscow: IPK Izdatel'stvo standartov; 2003:22 p. (*in Russ*)].
3. ГОСТ EN 12822-201. Продукты пищевые. Определение содержания витамина Е (альфа-, бета-, гамма- и дельта-токоферолов) методом высокоэффективной жидкостной хроматографии. Введ. 2016-01-01. М.: Стандартинформ, 2015. 13с. [GOST EN 12822-201. Produkty pishchevye. Opredelenie soderzhaniya vitamina E (al'fa-, betta-, gamma- i del'ta-tokoferolov) metodom vysokoeffektivnoi zhidkostnoi khromatografii. Vved. 2016-01-01. Moscow: Standartinform; 2015:13 p. (*in Russ*)].
4. Государственная Фармакопея СССР. 11-е изд. М.: Медицина, 1990. Вып. 2. Т. 1. 400 с. [Gosudarstvennaya Farmakopeya SSSR. 11-e izd. Moscow: Meditsina; 1990; 2(1):400 p. (*in Russ*)].
5. Государственный реестр лекарственных средств / Министерство здравоохранения Российской Федерации; [пред. редкол.: Катлинский А.В.]. Офиц. изд. (по сост. на 31 марта 2001 г.). М.: Минздрав РФ, Фонд фармацевт. информ., 2001. Т. 1. 1277 с. [Gosudarstvennyi reestr lekarstvennykh sredstv. Ministerstvo zdravookhraneniya Rossiiskoi Federatsii; [pred. redkol.: Katlinskii AV.]. Ofits. izd. (po sost. na 31 marta 2001 g.). Moscow: Minzdrav RF, Fond farmatsevt. inform., 2001;1:1277 p (*in Russ*)].
6. Куркин В.А., Петрухина И.К. Актуальные аспекты создания импортозамещающих лекарственных растительных препаратов // Фундаментальные исследования. 2014. № 11(2). С. 366-371. [Kurkin VA, Petrukhina IK. Aktual'nye aspekty sozdaniya importozameshchayushchikh lekarstvennykh rastitel'nykh preparatov. Fundamental'nye issledovaniya. 2014;11(2):366-371. (*in Russ*)].
7. Махлаюк В.П. Лекарственные растения в народной медицине. М.: «Нива России», 1992. 478 с. [Makhlayuk VP. Lekarstvennye rasteniya v narodnoi meditsine. Moscow: Niva Rossii; 1992:478 p. (*in Russ*)].
8. Немерешина О.Н., Гусев Н.Ф. Биологически активные вещества и антимикробное действие подорожника наибольшего // Биофармацевтический журнал. 2015. Т. 7. № 3. С. 10-16. [Nemereshina ON, Gusev NF. Biologicheski aktivnye veshchestva i anti-mikrobnnoe deistvie podorozhnika naibol'shego. Biofarmatsevticheskii zhurnal. 2015;7(3):10-16. (*in Russ*)].



9. Немерешина О.Н., Гусев Н.Ф., Малкова Т.Л. Биологически активные вещества подорожника большого (*Plantago major* L.) степной зоны // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2018. № 3(71). С. 113-118. [Nemereshina ON, Gusev NF, Malkova TL. Biologically active substances of greater plantain (*Plantago Major* L.) of the steppe zone. Izvestia Orenburg State Agrarian University. 2018;3(71):113-118. (in Russ)].

10. Скурихин В.Н., Шабаетв С.В. Методы анализа витаминов А, Е, D и каротина в биологических объектах и продуктах животного происхождения. М.: Химия, 1996. 96 с. [Skurikhin VN, Shabaev SV. Metody analiza vitaminov A, E, D i karotina v biologicheskikh ob'ektakh i produktakh zhitvnogo proiskhozhdeniya. Moscow: Khimiya; 1996:96 p. (in Russ)].

11. Средство для лечения и профилактики неалкогольной жировой болезни печени: пат. 2644282 Рос. Федерация / А.А. Тиньков и др. Заявл. 29.06.2016; опубли. 08.02.2018, Бюл. № 4. [Tin'kov AA, et al. Sredstvo dlya lecheniya i profilaktiki nealkogol'noi zhirovoi bolezni pecheni: pat. 2644282 Ros. Federatsiya. Zayavl. 29.06.2016; opubl. 08.02.2018, Byul. № 4. (in Russ)].

12. Химический анализ биологически активных веществ лекарственного растительного сырья и продуктов животного происхождения: учеб. пособие / М.Д. Решетникова, В.Ф. Левинова, А.В. Хлебников и др.; под ред. проф. Г.И. Олешко. Пермь, 2004. 335 с. [Reshetnikova MD, Levinova VF, Khlebnikov AV, et al. Khimicheskii analiz biologicheskii aktivnykh veshchestv lekarstvennogo rastitel'nogo syr'ya i produktov zhitvnogo proiskhozhdeniya: ucheb. posobie. pod red. prof. Oleshko GI. Perm'. 2004:335 p. (in Russ)].

13. Шенников А.П. Введение в геоботанику. Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1964. 447 с. [Shen'nikov AP. Vvedenie v geobotaniku. Leningrad: Izd-vo Leningr. un-ta; 1964:447 p. (in Russ)].

14. AbdElgawad H, et al. High salinity induces different oxidative stress and antioxidant responses in maize seedlings organs. *Frontiers in Plant Science*. 2016;7:276. doi: <https://doi.org/10.3389/fpls.2016.00276>

15. Akincioglu H, Akbas M, Aydin T. Determination of inhibition effect of *Plantago Major* plant extract on monoamine oxidase isoenzymes (MAO-A and MAO-B). (Proceeding Book). 4th International conference on advances in natural & applied science. Icanas 2019 – Ađri. TURKEY, 2019; June 19-22:113-116.

16. de Camargo AC, et al. Phenolic acids and flavonoids of peanut by-products: Antioxidant capacity and antimicrobial effects. *Food Chemistry*. 2017;237:538-544. doi: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.05.046>

17. Gourlay G, Constabel CP. Condensed tannins are inducible antioxidants and protect hybrid poplar against oxidative stress. *Tree Physiology*. 2019;39(3):345-355. doi: <https://doi.org/10.1093/treephys/tpy143>

18. Hulisz P, et al. Technogenic layers in organic soils as a result of the impact of the soda industry. *Eurasian Soil Science*. 2018;51(10):1133-1141. doi: <https://doi.org/10.1134/S1064229318100046>

19. Janković T, et al. Comparative study of some polyphenols in *Plantago* species. *Biochemical Systematics and Ecology*. 2012;42:69-74. doi: <https://doi.org/10.1016/j.bse.2012.02.013>

20. Kemp PD, et al. Summer lamb production and grazing management of pure swards of plantain (*Plantago lanceolata*). *Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production*. New Zealand Society of Animal Production. 2014;74:94-101.

21. Neeff DV, et al. Natural Antioxidants as Detoxifying Agents for Aflatoxins in Animal Feed. *Animal Nutrition and Feed Technology*. 2018;18(2):281-295. doi: 10.5958/0974-181X.2018.00027.6

22. Nizioł-Lukaszewska Z, et al. Biochemical properties, UV-protecting and fibroblast growth-stimulating activity of *Plantago lanceolata* L. extracts. *Industrial Crops and Products*. 2019;138:111453. doi: <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2019.06.016>

23. Rodríguez R, et al. Milk production and quality from ewes grazing a plantain-chicory mixture or a grass-based permanent sward. *Small Ruminant Research*. 2019;170:91-96. doi: <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2018.11.022>

24. Shahzad B, et al. Role of 24-epibrassinolide (EBL) in mediating heavy metal and pesticide induced oxidative stress in plants: A review. *Ecotoxicology and environmental safety*. 2018;147:935-944. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2017.09.066>

25. Sosnowska D, et al. Effects of fruit extracts on pancreatic lipase activity in lipid emulsions. *Plant Foods for Human Nutrition*. 2015;70(3):344-350. doi: <https://doi.org/10.1007/s1130-015-0501-x>

26. Tinkov AA, et al. Plantago maxima leaves extract inhibits adipogenic action of a high-fat diet in female Wistar rats. *European Journal of Nutrition*. 2014;53(3): 831-842. doi: <https://doi.org/10.1007/s00394-013-0587-6>

27. Yernazarova KB, et al. Biological features of the medicinal plant *Plantago major* L. *International Journal of Biology and Chemistry*. 2019;12(1):86-93. doi: <https://doi.org/10.26577/ijbch-2019-1-i11>

#### References

1. GOST 13496.17-95. Feed. Methods for the determination of carotene. Introduction 1997-01-01. Moscow: Standartinform; 201:12 p.

2. GOST 24556-89. Products for processing of fruits and vegetables. Methods for determination of vitamin C. Introduction. 1990-01-01. Moscow: IPK Publishing House of Standards; 2003:22 p.

3. GOST EN 12822-201. Food Products. Determination of vitamin E content (alpha, beta, gamma and delta tocopherols) by high performance liquid chromatography. Introduction 2016-01-01. Moscow: Standardinform; 2015:13 p.

4. The State Pharmacopoeia of the USSR. 11th ed. Moscow: Medicine, 1990;2(1): 400 p.

5. State Register of Medicines. Ministry of Health of the Russian Federation; [Chief of Editorial Board: Katlinsky AV.]. Officially published (as of March 31, 2001). M.: Ministry of Health of the Russian Federation, Pharmacist Foundation. inform., 2001;1:1277 p.

6. Kurkin VA, Petrukhina IK. Actual aspects of creating import-replacing medicinal herbal preparations. *Fundamental Research*. 2014;11(2):366-371.

7. Makhlayuk VP. Medicinal plants in traditional medicine. Moscow: "Niva of Russia"; 1992. 478 p.

8. Nemereshina ON, Gusev N. Biologically active substances and antimicrobial effect of the plantain. *Biopharmaceutical journal*. 2015;7(3):10-16.

9. Nemereshina ON, Gusev NF, Malkova TL. Biologically active substances of greater plantain (*Plantago Major* L.) of the steppe zone. *Izvestia Orenburg State Agrarian University*. 2018;3(71):113-118.

10. Skurikhin V.N., Shabaev S.V. Methods of analysis of vitamins A, E, D and carotene in biological objects and products of animal origin. Moscow: Chemistry; 1996:96 p.

11. Tinkov, AA et al. The tool for the treatment and prevention of non-alcoholic fatty liver disease: US Pat. 2644282 Ros. Federation. 06/29/2016; publ. 02/08/2018, Bull. No. 4.

12. Reshetnikova MD, Levinova VF, Khlebnikov AV et al. Chemical analysis of biologically active substances of medicinal plant materials and animal products: manual. under the editorship of prof. Oleshko GI. Perm, 2004:335 p.

13. Shennikov AP. Introduction to geobotany. Leningrad: Publishing house of Leningrad University, 1964:444 p.

14. AbdElgawad H, et al. High salinity induces different oxidative stress and antioxidant responses in maize seedlings organs. *Frontiers in Plant Science*. 2016;7:276. doi: <https://doi.org/10.3389/fpls.2016.00276>

15. Akincioglu H, Akbas M, Aydin T. Determination of inhibition effect of *Plantago Major* plant extract on monoamine oxidase isoenzymes (MAO-A and MAO-B). (Proceeding Book). 4th International conference on advances in natural & applied science. Icanas 2019 – Ađri. TURKEY, 2019;June 19-22:113-116.

16. de Camargo AC, et al. Phenolic acids and flavonoids of peanut by-products: Antioxidant capacity and antimicrobial effects. *Food Chemistry*. 2017;237:538-544. doi: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.05.046>

17. Gourlay G, Constabel CP. Condensed tannins are inducible antioxidants and protect hybrid poplar against oxidative stress. *Tree Physiology*. 2019;39(3):345-355. doi: <https://doi.org/10.1093/treephys/tpy143>

18. Hulisz P, et al. Technogenic layers in organic soils as a result of the impact of the soda industry. *Eurasian Soil Science*. 2018;51(10):1133-1141. doi: <https://doi.org/10.1134/S1064229318100046>

19. Janković T, et al. Comparative study of some polyphenols in *Plantago* species. *Biochemical Systematics and Ecology*. 2012;42:69-74. doi: <https://doi.org/10.1016/j.bse.2012.02.013>

20. Kemp PD, et al. Summer lamb production and grazing management of pure swards of plantain (*Plantago lanceolata*). *Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production*. New Zealand Society of Animal Production. 2014;74:94-101.

21. Neeff DV, et al. Natural Antioxidants as Detoxifying Agents for Aflatoxins in Animal Feed. *Animal Nutrition and Feed Technology*. 2018;18(2):281-295. doi: 10.5958/0974-181X.2018.00027.6
22. Nizioł-Lukaszewska Z, et al. Biochemical properties, UV-protecting and fibroblast growth-stimulating activity of *Plantago lanceolata* L. extracts. *Industrial Crops and Products*. 2019;138:111453. doi: <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2019.06.016>
23. Rodríguez R, et al. Milk production and quality from ewes grazing a plantain-chicory mixture or a grass-based permanent sward. *Small Ruminant Research*. 2019;170:91-96. doi: <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2018.11.022>
24. Shahzad B, et al. Role of 24-epibrassinolide (EBL) in mediating heavy metal and pesticide induced oxidative stress in plants: A review. *Ecotoxicology and environmental safety*. 2018;147:935-944. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2017.09.066>
25. Sosnowska D, et al. Effects of fruit extracts on pancreatic lipase activity in lipid emulsions. *Plant Foods for Human Nutrition*. 2015;70(3):344-350. doi: <https://doi.org/10.1007/s11130-015-0501-x>
26. Tinkov AA, et al. *Plantago maxima* leaves extract inhibits adipogenic action of a high-fat diet in female Wistar rats. *European Journal of Nutrition*. 2014;53(3): 831-842. doi: <https://doi.org/10.1007/s00394-013-0587-6>
27. Yernazarova KB, et al. Biological features of the medicinal plant *Plantago major* L. *International Journal of Biology and Chemistry*. 2019;12(1):86-93. doi: <https://doi.org/10.26577/ijbch-2019-1-i11>

**Немерешина Ольга Николаевна**, кандидат биологических наук, доцент кафедры биохимии, Оренбургский государственный медицинский университет, 460000, г. Оренбург, ул. Советская, д. 6. тел.: (3532)77-61-03, 77-94-08, 8(905)8901330, e-mail: [olga.nemerech@rambler.ru](mailto:olga.nemerech@rambler.ru)

**Гусев Николай Фёдорович**, доктор биологических наук, профессор кафедры биоэкологии, Оренбургский государственный аграрный университет, 460014, г. Оренбург, ул. Челюскинцев, д. 18, тел.: (3532)77-52-30; факс: (3532)77-52-30, 72-57-06, 8(912)3523669, e-mail: [nikolajj-gusev19@rambler.ru](mailto:nikolajj-gusev19@rambler.ru)

Поступила в редакцию 18 февраля 2020 г.; принята после решения редколлегии 16 марта 2020 г.; опубликована 31 марта 2020 г./ Received: 18 February 2020; Accepted: 16 March 2020; Published: 31 March 2020