

Анализ содержания антиоксидантов в надземной части *Filipendula ulmaria* (L.) Maxim. степной зоны Оренбургской области

О.Н. Немерешина¹, канд. биол. наук; Н.Ф. Гусев², д-р биол. наук, профессор;

Т.Н. Суrowяткина², магистрант; А.В. Филиппова, д-р биол. наук, профессор

¹ ФГБОУ ВО Оренбургский государственный медицинский университет

² ФГБОУ ВО Оренбургский государственный аграрный университет

Среди разнообразия биологически активных веществ (БАВ), продуцируемых растениями, практический интерес представляют низкомолекулярные антиоксиданты, широко применяемые для профилактики и лечения человека и животных. Важным показателем качества лекарственного растительного сырья (ЛРС) является содержание в нём веществ, обладающих антиоксидантными свойствами и терапевтическим действием. В статье приведены сведения о содержании природных низкомолекулярных антиоксидантов в ЛРС перспективного вида – *Filipendula ulmaria* (L.) Maxim. – лабазника вязолистного, встречающегося в различных местообитаниях степной зоны Оренбургской области. По результатам исследования проведена оценка содержания в надземной части *Filipendula ulmaria* (L.) Maxim. низкомолекулярных антиоксидантов: аскорбиновой кислоты (витамин С), токоферола (витамин Е), флавоноидов, танидов, каротиноидов.

Ключевые слова: биологически активные вещества (БАВ), антиоксиданты, *Filipendula ulmaria* (L.) Maxim., фитотерапия, степная зона, Оренбургская область.

Поиск новых источников лекарственного растительного сырья, способных расширить сырьевую базу и пополнить арсенал лекарственных средств растительного происхождения, представляет одну из актуальных проблем медицинской науки и практики здравоохранения. С этой целью в регионах РФ проводятся исследования по распространению дикорастущих лекарственных растений и выявлению перспективных видов, необходимых для дальнейшего изучения и использования в современной фитотерапии.

Лекарственные растения мировой и отечественной флоры являются источником лекарственных препаратов, необходимых для использования в медицинской практике. На сегодняшний день в Государственном реестре лекарственных средств РФ в разделе «Лекарственные растения» значится более 350 видов, применяемых в качестве лекарственного растительного сырья и используемых в традиционной медицине (2001) [1]. Значительно большее число – более 1000 растений – находит применение в народной медицине, ветеринарии, гомеопатии, косметике и пищевой индустрии. Многие из растений народной (нетрадиционной) медицины являются перспективными для использования, иногда проявляющими больший терапевтический эффект по сравнению с растениями традиционной медицины.

Лекарственные растения содержат комплекс биологически активных веществ (БАВ), обладающих физиологической активностью и проявляющих терапевтическое действие. Среди важных БАВ выделяют: полифенольные соединения (флавоноиды, таниды, фенолокислоты), витамины, алкалоиды, иридоиды, ферменты, слизи, сапонины и многие другие соединения, стимулирующие процессы метаболизма, повы-

шающие иммунитет и сопротивляемость организма к инфекциям, способствующие элиминации токсикантов [2–4].

Повсеместное распространение многих лекарственных растений, значительная дешевизна полученных из сырья препаратов и их высокая физиологическая активность привлекают внимание исследователей [3, 4]. Вышеизложенные аргументы послужили причиной настоящего исследования.

Расширение номенклатуры фитопрепаратов является важной задачей, и её решение начинается с изучения распространённых перспективных видов, исследования химического состава растительного сырья и фармакологических свойств препаратов из объектов. Вторым этапом является разработка технологий производства лекарственных средств и испытание экспериментальных препаратов.

Лекарственные растения России, как известно, по большей части произрастают в растительных сообществах и биомах лесной и лесостепной зон. Оренбургская область расположена в степной зоне, где лесистость занимает площадь около 5 % территории, и поэтому не обладает высоким ресурсным потенциалом лекарственных растений и их разнообразием [5–8]. Кроме того, область характеризуется резко континентальным климатом, недостатком влажности и повышенной инсоляцией, что отражается на продуктивности растительного покрова, уровне синтеза и накопления БАВ в тканях растений [4]. Тем не менее на обширной территории области, протянувшейся с запада на восток почти на 800 км и включающей различные зоны и биомы, встречаются все растительные группировки, где отмечены лекарственные растения [6].

Одним из перспективных лекарственных растений, встречающихся в области, является *Filipendula ulmaria* (L.) Maxim. – лабазник вязолистный (таволга вязолистная), почти не изученный на региональном уровне в отношении содержания БАВ. Перспективность вида основана на следующих показателях: давние традиции применения растения в народной медицине и ветеринарии, обширность ареала в области, встречаемость и обилие в луговых фитоценозах и содержание БАВ в растительном сырье.

Настоящая работа посвящена изучению содержания в растительном сырье *Filipendula ulmaria* (L.) Maxim. – веществ, обладающих антиоксидантными свойствами.

Цель исследования: изучение содержания низкомолекулярных антиоксидантов – витаминов (аскорбиновая кислота, токоферол, каротиноиды) и полифенольных соединений (флавоноиды и таниды) в растительном сырье вида *Filipendula ulmaria* (L.) Maxim., произрастающем на пойменных лугах и пониженных элементах рельефа степной зоны Оренбуржья.

Материал и методы исследования. Объектом исследования стала надземная часть (листья и трава) *Filipendula ulmaria* (L.) Maxim. – лабазника вязолистного (таволги вязолистной). Вид представляет собой многолетнее травянистое растение семейства *Rosaceae* (розоцветные) высотой до 1 м. Листья в прикорневой розетке многочисленны, а по стеблю – очередные, прерывисто-перистые, сверху – темно-зелёные, снизу – серые. Цветки лабазника мелкие, желтовато-белого оттенка, собраны в густые метельчатые соцветия на верхушке стебля.

Вид относится к группе мезогигрофитов и произрастает в изобилии на пойменных лугах [6, 8]. В Оренбуржье лабазник вязолистный встречается на пойменных лугах, на полянах пойменных лесов, по берегам рек и в болотистых местообитаниях.

В качестве лекарственного растительного сырья используются корневища, трава и листья лабазника. Согласно данным, представленным в литературе, в траве и листьях вида, встречающегося в различных зонах и регионах РФ, обнаружены дубильные вещества, флавоноиды, органические кислоты, витамин С [2, 7, 9].

Растительное сырьё, необходимое для исследования, нами было собрано в период цветения растений в типичных местообитаниях вида (табл. 1).

Препараты из травы и листьев лабазника обладают противовоспалительным, вяжущим, антисептическим и кровоостанавливающим действием. Водные извлечения (настои и отвары) травы лабазника применяют как вяжущее при поносах, подагре, болезни почек, при простудных заболеваниях, как потогонное средство. В

косметике отвар травы вида используют для улучшения роста волос [2]. Молодые побеги и листья издревле в северных районах используют в пищу в салатах и для заправки супов, а из соцветий готовят ароматный чай.

Исследование растительного сырья *Filipendula ulmaria* (L.) Maxim. на содержание антиоксидантов проводили на базе межкафедральной комплексной аналитической лаборатории Оренбургского государственного аграрного университета.

Содержание аскорбиновой кислоты в сырье лабазника вязолистного определяли методом высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ) согласно ГОСТу 24556–89 [10] с использованием хроматографа марки «Орланд» (Россия).

Содержание каротина и токоферола в растительном сырье лабазника вязолистного проводили методом ВЭЖХ на хроматографе марки «Орланд», согласно материалам, опубликованным в отечественных литературных источниках [11].

Определение наличия дубильных веществ (танидов) и их количественное содержание в сырье вида проводили согласно ГОСТу 24027.2–80.

Содержание суммы флавоноидов в растительном сырье лабазника определяли по ГОСТу 28887–90 с использованием фотоколориметра марки КФК-М. Для расчёта содержания вещества применяли калибровочный график, построенный по чистому цинарозиду.

Результаты исследования. По результатам проведённого исследования установлено наличие в растительном сырье *Filipendula ulmaria* (L.) Maxim. соединений, обладающих антиоксидантными свойствами: аскорбиновой кислоты (витамина С), токоферола (витамина Е), каротиноидов, дубильных веществ (танидов) и флавоноидов (табл. 1).

Полифенольные соединения представляют обширную группу биологически активных соединений, синтезируемых растениями, являющихся активными метаболитами клеточного обмена и выполняющих важную роль в физиологических процессах. Среди указанных веществ наибольший практический интерес представляют флавоноиды, дубильные вещества (таниды), фенолокислоты и витамины [11, 12].

Флавоноиды широко распространены в растительном мире, обладают широким спектром действия и выраженными антиоксидантными свойствами. Известно, что препараты, содержащие флавоноиды, способствуют восстановлению функциональной активности иммунной системы, замедляют старение на клеточном уровне и являются средством профилактики онкологических заболеваний [6]. Флавоноиды тормозят активность свободных радикалов, предотвращая нарушения клеточных структур, программируемую гибель клетки, некротические изменения

в тканях [13, 14]. Содержание флавоноидов в надземной части *Filipendula ulmaria* варьирует в зависимости от местообитания растения от 2,28 до 3,25 %, что указывает на высокое содержание веществ в исследуемом растительном сырье (табл. 1, рис. 1).

Дубильные вещества (таниды) как полифенолы обладают антиоксидантной активностью – способны обезвреживать свободные радикалы и тормозить перекисное окисление липидов клеточных мембран, оказывая тем самым цитозащитное действие [12]. Содержание танидов преобладает в растениях *Filipendula ulmaria*, произрастающих в северных районах области. Наибольшее количество танидов обнаружено в листьях вида (до 8,72 %) и траве (7,37 %), встречающихся в лесостепной зоне (табл. 1, рис. 1).

Кроме полифенолов, в сырье лабазника вязолистного определено содержание важнейших витаминов-антиоксидантов, среди которых аскорбиновая кислота (витамин С), токоферол (витамин Е) и каротиноиды (провитамин А). Эти соединения, относимые к природным низкомолекулярным антиоксидантам, обладают способностью снижать интенсивность окислительного стресса в клетках и тканях, являясь ингибиторами активных форм кислорода и других свободных радикалов. Поступление этих витаминов необходимо для нормального протекания метаболических процессов в организмах млекопитающих [13–15].

Сырьё *Filipendula ulmaria*, собранное в различных местах обитания, несколько отличается по уровню содержания витамина С. В листьях вида, произрастающего в лесостепной зоне, обнаружено до 123,18 мг% витамина С, а в степной зоне – 103,12 мг% (табл. 1, рис. 2).

В траве лабазника, встречающегося в степной зоне, содержание аскорбиновой кислоты уменьшается – в листьях до 203,12 мг%, а в траве – до 89,54 мг% (табл. 1, рис. 2). Содержание витамина С в надземной части лабазника вязолистного, как видим, невысокое. Однако в комплексе с другими БАВ препараты вида являются эффективными лекарственными средствами [9].

Аскорбиновая кислота, благодаря способности легко отдавать электроны, является ведущим неферментативным антиоксидантом с буферным механизмом действия, который при взаимодействии со свободными радикалами превращает последние в химически нейтральные молекулы [6, 7, 12]. Витамин С также принимает участие в процессах гидроксирования и тем самым отвечает за синтез целого ряда важнейших метаболитов человека, в том числе и белка соединительной ткани – коллагена, гормонов, биогенных аминов. Аскорбиновая кислота входит в число соединений, способствующих повышенной устойчивости растений и животных организмов к неблагоприятным факторам окружающей среды, что обусловлено отчасти её антиоксидантным действием.

В целом можно утверждать, что исследуемая нами надземная часть лабазника вязолистного (травя) характеризуется высоким содержанием танидов и витамина С, что, возможно, связано с почвенно-климатическими условиями в местообитаниях вида и геохимическими особенностями, способствующими продуцированию указанных соединений [16].

Токоферол (витамин Е) считается большинством медицинских работников главным жирорастворимым природным антиоксидантом, инактивирующим свободные радикалы и предотвращающим цепную реакцию перекисного окисления мембран [12]. Токоферол – универсальный протектор клеточных мембран от окислительного повреждения. Токоферол, нейтрализуя АФК, теряет биологическую активность, которая восстанавливается аскорбиновой кислотой, присутствующей в растениях (рис. 3).

Содержание токоферола в надземной части лабазника вязолистного, произрастающего в Оренбургской области, находится в пределах от 15,06 мг/кг до 20,38 мг/кг (табл. 1, рис. 4). Максимальное количество витамина Е обнаружено в листьях *Filipendula ulmaria* (до 20,38 мг/кг), произрастающего на полях пойменного леса лесостепной зоны, что является довольно высоким показателем для лекарственного растительного сырья.

1. Содержание антиоксидантов в надземной части *Filipendula ulmaria* (L.) Maxim. степной зоны Оренбургской области (2019 г.).

Растительное сырьё	Местообитание	Вещества-антиоксиданты				
		витамин С, мг%	таниды, %	каротиноиды, мг/кг	токоферол, мг/кг	флавоноиды %
Трава	лесостепь (луговая степь); поляны в пойменном лесу (пойма р. Салмыш, окр. с. Имангулово Октябрьского р-на)	98,34	7,37	18,92	17,15	2,28
Листья	там же	123,18	8,72	22,17	20,38	3,06
Трава	степная зона; пойменные луга (пойма р. Урала, окр. с. Нежинка Оренбургского р-на)	89,54	6,18	20,04	15,06	2,61
Листья	там же	103,12	8,04	26,08	19,03	3,25

Каротиноиды (группа витамина А) представляют собой липофильные вещества, обладающие высокой антиоксидантной активностью, инактивирующие свободные радикалы и перекисное окисление липидов мембран клетки, оказывая тем самым мембранопротекторное цитозащитное действие [17, 18]. Согласно исследованию в надземной части *Filipendula ulmaria* обнаружено значительное количество каротиноидов: до 26,08 мг/кг – в листьях и до 20,04 мг/кг – в траве вида (табл. 1, рис. 4).

Все исследуемые антиоксиданты представляют собой соединения, защищающие организм от воздействия свободных радикалов (СР) и способные снижать уровень и смягчать последствия окислительного стресса [16]. Также окисление и

порчу сельскохозяйственной продукции нередко вызывают СР, представленные активными формами кислорода (АФК). Последние постоянно образуются в растительных и животных организмах преимущественно путём утечки электронов из электронтранспортных цепей. АФК образуются в растениях в процессе фотосинтеза в результате фотолиза воды при воздействии УФ-излучения (рис. 5).

Образовавшийся активный молекулярный кислород и есть СР, который усиленно образуется при стресс-факторах. СР являются активными и неустойчивыми молекулами, представляющими собой метаболитические токсины, которые образуются в организмах в процессе обмена веществ. СР ускоряют процесс старения клеток организ-

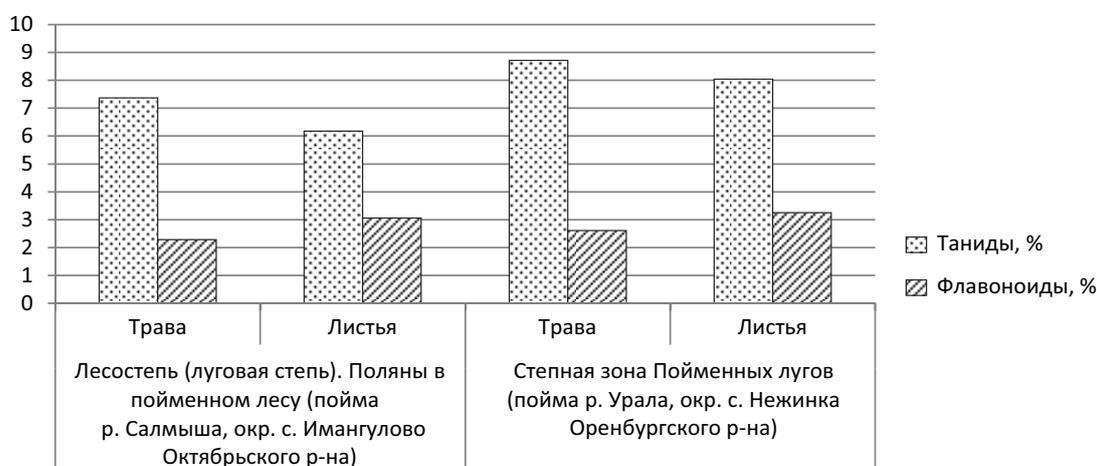


Рис. 1 – Содержание полифенольных соединений в сырье лабазника вязолистного из различных местообитаний Оренбуржья

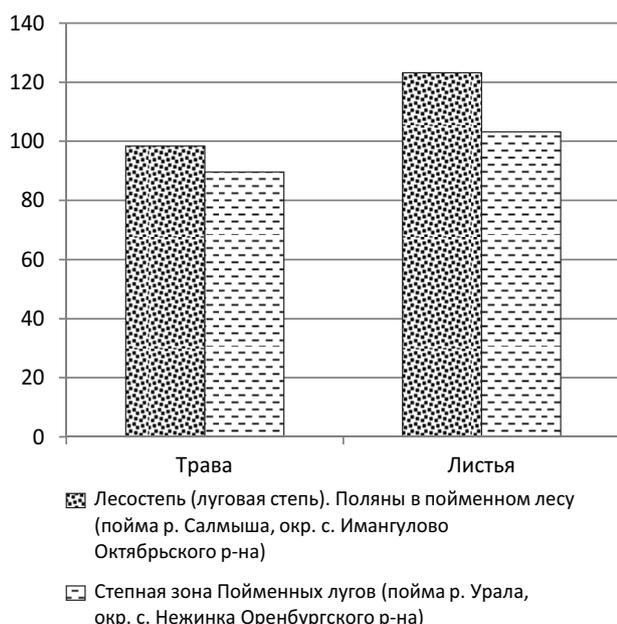


Рис. 2 – Содержание аскорбиновой кислоты в сырье лабазника вязолистного в различных местах обитания Оренбуржья

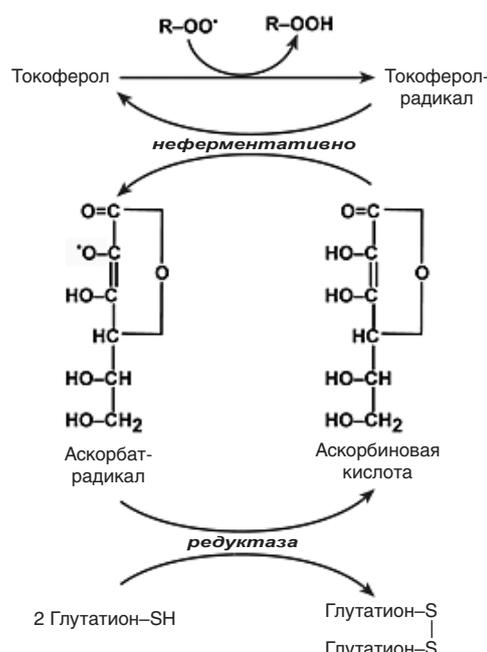


Рис. 3 – Инактивация перекисного радикала витаминными антиоксидантами (<http://biokhimija.ru/oxidative-stress/antioxidanty.html>)

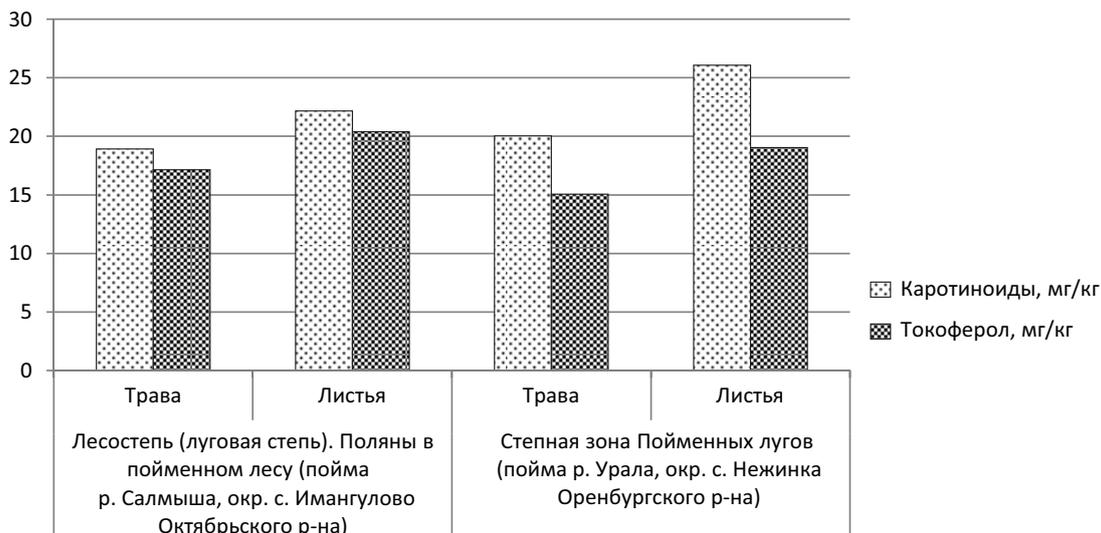


Рис. 4 – Содержание липофильных витаминных антиоксидантов в сырье лабазника вязолистного из различных местообитаний Оренбуржья

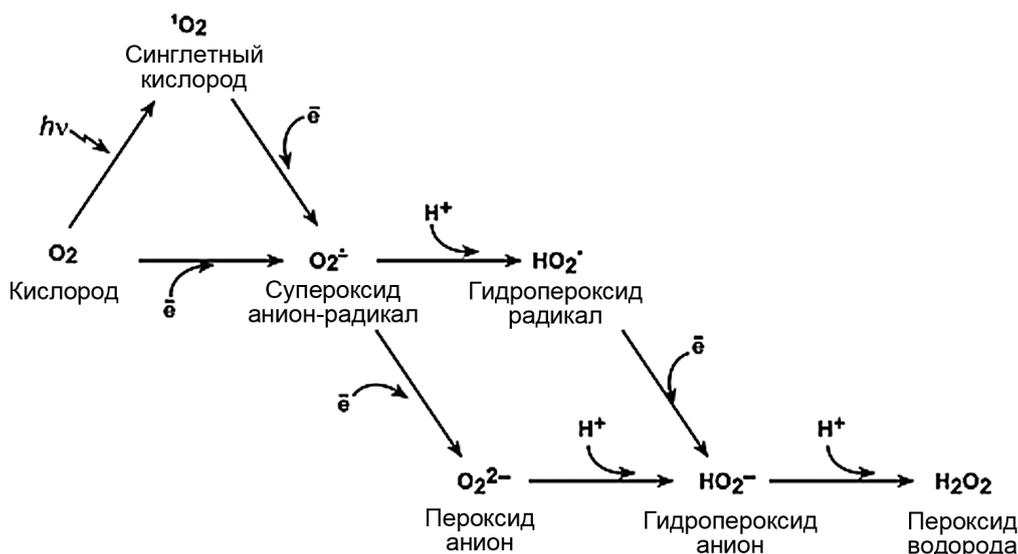


Рис. 5 – Неполное восстановление кислорода с образованием активных форм кислорода (<http://biokhimija.ru/oxidative-stress/aktivatsiya-kisloroda.html>)

ма, воздействуя на липидные оболочки клеток, вызывают повреждение мембран, органоидов и молекул ДНК, что приводит к их гибели, а часто – апоптозу.

Антиоксиданты относятся к соединениям, способным инактивировать свободные радикалы, превращая их в неактивное состояние. У растений в процессе эволюции при воздействии неблагоприятных факторов сформировалась ферментная и неферментная защита. Ферментная защита у растений и животных представлена такими соединениями, как супероксиддисмутаза (СОД), каталаза и глутатионпероксидаза.

Неферментная защита наиболее полно сформирована именно в организмах растений, что связано с высоким уровнем УФ-облучения и интенсивностью окислительных процессов в

электронтранспортных цепях хлоропластов и митохондрий. Неферментативное звено антиоксидантной защиты растений представлено такими соединениями, как аскорбиновая кислота (витамин С), токоферол (витамин Е), каротиноиды, полифенольные соединения (флавоноиды, фенолкарбоновые кислоты, таниды, антоцианы), лецитин, сквален, кефалин и ряд других соединений [3, 16].

Все отмеченное указывает на необходимость поиска растительного сырья, содержащего значительные количества веществ, обладающих антиоксидантными свойствами, способствующих повышению адаптации и выживаемости организма в условиях стресса. Исследованные нами в сырье лабазника вязолистного БАВ оказывают комплексное воздействие на организм человека и животных как общеукрепляющие, противо-

воспалительные, антиоксидантные и иммуностимулирующие средства [15]. Указанное свидетельствует о возможности применения данного вида ЛРС в медицинской и ветеринарной практике, производстве биологически активных добавок, лечебно-профилактических продуктов питания и ухаживающей косметики. Присутствие антиоксидантов в лекарственных препаратах, косметике и продуктах питания не только способно оказывать лечебное и профилактическое действие на организм человека, но и увеличивает срок годности продукции за счёт снижения уровня окислительных процессов. Таким образом, сырьё лабазника вязолистного следует рассматривать как важный биологический ресурс, который может быть использован в экономике региона.

Выводы

1. Высокое содержание антиоксидантов в надземной части *Filipendula ulmaria* (L.) Maxim., встречающегося в степной зоне Оренбуржья, позволяет считать исследуемый вид источником ценного лекарственного растительного сырья, перспективного для использования в современной фитотерапии.

2. Исследуемые образцы лабазника вязолистного, собранные в различных растительных сообществах, различаются по содержанию антиоксидантов, что, вероятно, связано с почвенно-климатическими условиями конкретных местобитаний.

3. Содержание аскорбиновой кислоты (витамин С), токоферол (витамин Е), дубильные вещества (таниды) превалирует в растениях, произрастающих на полях пойменных лесов лесостепной зоны Оренбуржья.

4. Уровень содержания флавоноидов и каротиноидов несколько выше в надземной части растений, произрастающих на пойменных лугах степной зоны области.

Литература

1. Государственный реестр лекарственных средств Т. 1. М.: Минздрав России. Фонд фармацевтической информации, 2001. 1277 с.
2. Махлаюк В.П. Лекарственные растения в народной медицине. М.: Нива России, 1992. 477 с.
3. Муравьева Д.А. и др. Фармакогнозия. М.: Медицина, 2002. 656 с.
4. Машковский М.Д. Лекарственные средства. М.: РИА «Новая волна»; Изд. Умеренков., 2014. 1216 с.
5. Энциклопедия «Оренбуржье». Т. 1. Природа. Калуга: Золотая аллея, 2000. 192 с.
6. Немерешина О.Н., Гусев Н.Ф. Лекарственные растения Оренбургской области // Учёные записки Крымского федерального университета. Биология. Химия. 2018. Т. 4 (70). № 4. С. 121–130.
7. Гусев Н.Ф., Немерешина О.Н. и др. Витамины. Эколого-биологические аспекты применения. Монография. Оренбург: Изд.центр ОГАУ, 2017. 240 с.
8. Авдеева Е.Ю. Исследование лабазника вязолистного как источника эффективного ноотропного средства: автореф. дис. ... канд. фарм. наук. Пермь, 2008. 27 с.
9. Справочник по кормовым добавкам / под ред. чл.-кор. ВАСХ-НИЛ К.М. Солнцева. Минск: «Урожай», 1975. 544 с.
10. ГОСТ 24556–89. Методы определения витамина С. Продукты переработки плодов и овощей. М.: ИПК Изд. стандартов, 1989.
11. Скурихин В.Н., Шабаев С.В. Методы анализа витаминов А, Д, Е и каротина в биологических объектах и продуктах животноводства. М.: Химия, 1996. 96 с.
12. ГОСТ 24027.2–80. Методы определения экстрактивных и дубильных веществ. Межгосударственный стандарт. М., 1980.
13. ГОСТ 28887–90. Методы определения содержания суммы флавоноидов. Корма. Межгосударственный стандарт. М., 1990.
14. Шкарина Е.И., Максимова Г.В. и др. О влиянии биологически активных веществ на антиоксидантную активность фитопрепаратов // Химический фармацевтический журнал. 2001. Т. 35. Вып. 6. С. 40–47.
15. Куркин В.А., Петрухина И.К. Актуальные аспекты создания импортозамещающих лекарственных растительных препаратов // Фундаментальные исследования. 2014. № 11 (2). С. 366–371.
16. Neeff D.V. et al. Natural Antioxidants as Detoxifying Agents for Aflatoxins in Animal Feed. *Animal Nutrition and Feed Technology*. 2018; 18(2): 281–295.
17. 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.
18. Tinkov A.A. 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.

Немерешина Ольга Николаевна, кандидат биологических наук, доцент
ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный медицинский университет»
Россия, 460000, г. Оренбург, ул. Советская, 6
E-mail: olga.nemerech@rambler.ru

Гусев Николай Фёдорович, доктор биологических наук, профессор
Суровяткина Татьяна Николаевна, магистрант

Филиппова Ася Вячеславовна, доктор биологических наук, профессор
ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный аграрный университет»
Россия, 460014, г. Оренбург, ул. Челюскинцев, 18
E-mail: nikolaj-gusev19@rambler.ru; orensau@mail.ru

On the content of antioxidants in the aboveground part of *Filipendula ulmaria* (L.) Maxim., steppe zone of the Orenburg region

Nemereshina Olga Nikolaevna, Candidate of Biology, Associate Professor
Orenburg State Medical University
6, Sovetskaya St., Orenburg, 460014, Russia
E-mail: olga.nemerech@rambler.ru

Gusev Nikolay Fedorovich, Doctor of Biology, Professor
Surovyatkina Tatiana Nikolaevna, Master's student
Filippova Asya Vyacheslavovna, Doctor of Biology, Professor
Orenburg State Agrarian University
18, Chelyuskintsev St., Orenburg, 460014, Russia
E-mail: nikolajj-gusev19@rambler.ru; orensau@mail.ru

Among the variety of biologically active substances (BAS) produced by plants, the most important compounds are antioxidants, which are means of prevention and treatment of various pathologies in the body of animals and humans. At the same time, it is known that one of the quality indicators of medicinal plant raw materials (MPR) is the content of substances with antioxidant properties and therapeutic effects. This publication provides information on the content of natural antioxidants in the medicinal plant population of a promising species – *Filipendula ulmaria* (L.) Maxim., meadowsweet, found in various habitats of the steppe zone of the Orenburg region. According to the results of the research, the content in the aerial part of *Filipendula ulmaria* (L.) Maxim. of low molecular weight antioxidants was established: ascorbic acid (vitamin C), tocopherol (vitamin E), flavonoids, tannides, carotenoids, the amount of which prevails in the leaves of the species.

Key words: *biologically active substances (BAS), antioxidants, Filipendula ulmaria (L.) Maxim., herbal medicine, steppe zone, Orenburg region.*