

УДК 581.1 : 581.5

**Масленников П.В., Чупахина Г.Н.,
Скрыпник Л.Н., Федуряев П.В., Полтавская Р.Л.**
(г. Калининград)

СОДЕРЖАНИЕ АНТОЦИАНОВЫХ И КАРОТИНОИДНЫХ ПИГМЕНТОВ В ЛЕКАРСТВЕННЫХ РАСТЕНИЯХ

Аннотация. Представлены результаты определения суммарного содержания антоциановых и каротиноидных пигментов в лекарственных растениях (66 видов из 31 семейства) из коллекции Ботанического сада БФУ им. И. Канта (г. Калининград). По результатам исследований установлены наиболее перспективные в качестве источников природных БАВ виды лекарственных растений. Полученные данные могут быть успешно использованы для оценки и контроля качества растительного сырья при его культивации, производстве и селекции лекарственных растений.

Ключевые слова: каротиноиды, антоцианы, натуральные красители, антиоксидантная активность, лекарственные растения.

**P. Maslennikov, G. Chupakhina,
L. Skrypnick, P. Fedurayev, R. Poltavskaya**
(Kaliningrad)

CONTENT OF ANTHOCYANIN AND CAROTENOID PIGMENTS IN MEDICINAL PLANTS

Abstract. This article analyses the total level of anthocyanin and carotenoid pigments in medicinal plants of 66 species from 31 families from the collection of the Botanical Garden Immanuel Kant Baltic Federal University (Kaliningrad). The results of the study showed some promising species of plants with a maximum content of anthocyanin and carotenoid pigments. These plants can be used as the basis for the creation of innovative functional foods that have high antioxidant activity. Data on the content of anthocyanin and carotenoid pigments may also be used for assessing and monitoring the quality of plant material in its production and cultivation, as well as the selection of medicinal plants.

Key words: carotenoids, anthocyanins, natural dyes, antioxidant activity, medicinal plants.

Поиск и исследование перспективных природных источников веществ, обладающих антирадикальной (АРА) и антиоксидантной (АОА) активностью, является весьма актуальной задачей. Нарушение есте-

ственного баланса скорости свободнорадикального окисления и активности антиоксидантной защиты организма, возникающее под воздействием неблагоприятных факторов (загрязнение окружающей среды, хронический эмоциональный стресс, высокое содержание легкоусвояемых углеводов и жиров в рационе с одновременным снижением содержания биоантиокислителей), по данным исследований, играет важную роль в патогенезе многих заболеваний – сердечно-сосудистых, онкологических, нейродегенеративных, эндокринных [32–34].

Лекарственные растения составляют особую группу объектов исследования – благодаря высокой биологической активности, с одной стороны, и практической неизученности накопления в них природных антиоксидантов, с другой. Показательно, что в последние годы отношение клиницистов к лекарственным растениям кардинальным образом изменилось: подчеркивается важность последних в сохранении и поддержании здоровья населения. Показано, что лекарственные растения являются важным источником поступления биологически активных веществ (БАВ) для организмов высших трофических уровней, в том числе и человека [7; 31]. Лекарственные растения содержат сложный комплекс химических соединений, оказывающих различное и многостороннее действие на организм человека. К числу основных действующих веществ относятся флавоноиды, полифенолы, фенолкарбоновые кислоты, кумарины, эфирные масла, смолы, дубильные вещества и витамины [7].

Как показывают данные статистики, значительная часть населения России испытывает недостаток в потреблении антиокислителей. Обеспечение нормальной жизнедеятельности возможно не только при условии снабжения организма необходимым количеством энергии, но и при соблюдении сложных соотношений между многочисленными факторами питания [18; 19]. Лекарственные растения с высоким содержанием биологически активных веществ и АОО могут быть использованы как основа для создания функциональных пищевых продуктов и продуктов лечебно-профилактического назначения с повышенным антиоксидантным действием. Такие продукты могут нейтрализовать вредное воздействие окислительного стресса и использоваться для своевременной индивидуальной антиоксидантной терапии в коррекции антиоксидантного статуса человеческого организма.

Эффективные и малотоксичные природные антиоксиданты могут найти применение для решения многих технологических задач и повышения качества выпускаемой продукции в пищевой, косметической и фармацевтической промышленности [3]. Так, например, использование природных антиоксидантов-красителей позволяет избежать при-

менения небезопасных синтетических колорантов, с другой стороны дает возможность не только улучшить внешний вид продуктов питания, но и повысить их пищевую ценность [19]. К наиболее распространенным натуральным красным красителям, разрешенным в РФ для окрашивания продуктов питания, относятся кармин E120, красный свекольный E162 и антоцианы E163; к желтым – куркумин E100 и каротиноиды E160 [19; 26].

Каротиноидные и антоциановые пигменты обладают не только красящей способностью, но и высокой биологической активностью [15; 19], что позволяет рассматривать их как биологически активные добавки, применяемые для профилактики, вспомогательной терапии и поддержки в физиологических границах функциональной активности органов и систем организма человека. Каротиноиды, антоцианы и их смеси являются хорошими антиоксидантами, что подтверждается исследованиями АОА спиртовых растворов колорантов [19]. Исключительное значение имеют антоцианы, так как благодаря заряду на атоме кислорода в углеродном кольце антоцианидины и антоцианины легче проникают через мембраны клеток [30]. О значимости каротиноидов свидетельствует тот факт, что важнейший из них – β -каротин – является основным «сырьем» в синтезе витамина А, при недостатке которого происходит задержка роста и развития растущего организма человека, животных, снижение их продуктивности [24]. Витамин А обеспечивает нормальную деятельность органов зрения, оказывает благоприятное влияние на функции слезных и потовых желез, повышает устойчивость организма к инфекциям. Принимает участие в окислительно-восстановительных процессах, нормализует потребление кислорода тканями организма [14; 24].

Цель настоящей работы – исследовать суммарное содержание антоциановых и каротиноидных пигментов в лекарственном сырье и выявить наиболее перспективные в качестве источников природных БАВ виды лекарственных растений.

Методы исследований

Исследовалось суммарное содержание антоцианов и каротиноидов в лекарственных растениях из коллекции Ботанического сада БФУ им. И. Канта (г. Калининград). Для исследования были собраны листья растений в период цветения в сроки наибольшего содержания действующих веществ, индивидуальные для каждого вида растений (июнь–август 2010 г.), в соответствии с методическими рекомендациями [8; 27].

Количественное определение каротиноидов было проведено спектрофотометрически без предварительного разделения в 100%-ной ацетоновой вытяжке с последующим расчетом по формуле Хольма-Ветштейна [16].

Концентрацию антоциановых пигментов определяли спектрофотометрически в 1%-ном соляно-кислом водном экстракте при длине волны 510 нм, предварительно гомогенат центрифугировали при 4500 г в течение 30 мин. Для внесения поправок на содержание зеленых пигментов определяли оптическую плотность полученных экстрактов при длине волны 657 нм. Содержание суммы антоцианов рассчитывали по цианидин-3,5-дигликозиду [28]. Поглощение данных пигментов определяли на спектрофотометре «СФ-2000» (ЗАО «ОКБ СПЕКТР», Россия).

Содержание исследуемых веществ приведено на грамм сухого веса. В ходе исследования было отобрано и проанализировано 396 проб, анализ проводился в трехкратной биологической повторности и не менее чем в трех аналитических. Полученные данные обработаны статистически, данные представлены в таблицах в виде средних арифметических значений и их стандартных ошибок. Достоверность различий между вариантами определяли с помощью *t*-критерия Стьюдента ($p \leq 0,05$).

Результаты и обсуждение

Во флоре Калининградской области насчитывается 708 видов растений, которые в той или иной степени обладают лекарственными свойствами. Из 708 видов около 300 являются широко распространенными. Сбор остальных лекарственных растений в природе, в том числе 42 видов охраняемых растений, может нанести значительный ущерб популяциям и привести к их исчезновению [20].

В данной работе исследовалось суммарное содержание антоциановых и каротиноидных пигментов в листьях 66 видов лекарственных растений, произрастающих в Ботаническом саду БФУ им. И. Канта. Из числа изученных видов лекарственных растений наиболее широко представлены семейства сложноцветные (11 видов), губоцветные (11 видов), лютиковые (6 видов), зонтичные (5 видов) и бурачниковые (3 вида). Семейства норичниковые, толстянковые, кутровые, синюховые в общем насчитывали 8 видов растений. Из 31 семейства изученных травянистых растений 22 представлены одним видом растений.

Антоцианы – водорастворимые природные пищевые красители, принадлежащие к группе флавоноидов. По химической структуре ос-

новых пигментов это фенольные соединения, являющиеся моно- и дигликозидами [21]. Характер окраски природных антоцианов зависит от многих факторов: строения, кислотности среды, возможности образования комплексов с металлами, способности адсорбироваться на полисахаридах, температуры и света [1]. Качественный состав антоцианов, как правило, специфичен для конкретного вида растений и довольно стабилен [6; 9]. Антоцианы содержатся практически во всех органах растений, однако, в зависимости от многих факторов (освещенность, pH среды, условия произрастания и т.д.) их количество может варьировать [13].

Антоциановые красители, наряду с красящей функцией, имеют самостоятельное значение как биологические добавки, они обладают Р-витаминной активностью, противосклеротическим и антиоксидантным действием, нормализуют кровяное давление, укрепляют капилляры, повышают эластичность сосудов, препятствуют образованию тромбов, блокируют воспалительные процессы, ускоряют заживление ран, благоприятно влияют на зрение, способствуют профилактике онкологических заболеваний [10; 12]. Антоциановые красители из выжимок черноплодной рябины и черной смородины благодаря своим антиоксидантным и бактерицидным свойствам вполне могут найти применение в качестве заменителей синтетических консервантов в пищевой промышленности [29].

В качестве материала для получения антоциановых красителей чаще всего используют такое растительное сырье, как лепестки цветов, ягоды, плоды, овощи, корнеплоды, листья растений (используются и отходы перерабатываемого сырья) [4]. На основе антоцианов методом экстрагирования антоциановых пигментов из растительного сырья получают натуральные антоциановые красители для пищевых продуктов. Применение этанола без дополнительного подкисления в качестве экстрагента при выделении антоцианов позволяет значительно увеличить количество красящих веществ в концентрате [1; 12]. Повышенное содержание красящих веществ можно объяснить большей стабильностью антоциановых пигментов в среде менее полярного (по сравнению с водой) этилового спирта. Более низкая температура кипения этанола и незначительное содержание кислот способствуют концентрированию экстрактов красителей с максимальной сохранностью антоциановых соединений. Кроме того, содержание красящих веществ возрастает за счет извлечения антоцианов в менее полярной бесцветной карбинольной форме, а также части флавонолов, которые в кислой среде способны превращаться в антоцианы [1; 12].

Для анализа суммы антоциановых пигментов использовались листья растений. Данные по их содержанию в лекарственном сырье представлены в табл. 1. Наибольшее количество антоцианов было найдено (в порядке уменьшения количества) в листьях маклей сердцевидной (*Macleaya cordata*), дурмана обыкновенного (*Datura stramonium*), мыльнянки лекарственной (*Saponaria officinalis*), зверобоя обыкновенного (*Hypericum perforatum*), лука поникающего (*Allium nutans*), мордовника шароголового (*Echinops sphaerocephalus*), очитка большого (*Sedum maximum*), василистника водосборолистного (*Thalictrum aquilegifolium*), полыни горькой (*Artemisia absinthium*), козлятника аптечного (*Galega officinalis*), любистока лекарственного (*Levisticum officinale*), горечавки желтой (*Gentiana lutea*). Суммарное содержание антоциановых пигментов в этих растениях составило 0,09–0,24 %. Из 12 видов лекарственных растений с максимальным содержанием антоцианов два вида входили в семейство сложноцветные (*Asteraceae*).

Таблица 1

Содержание антоцианов в лекарственных растениях

Виды растений	Ант., $\times 10^{-3}\%$	Виды растений	Ант., $\times 10^{-3}\%$
<i>Macleaya cordata</i> (Willd.) R.Br.	241,5 \pm 23,4	<i>Rhaponticum carthamoides</i> (Willd.) Iljin	33,2 \pm 3,7
<i>Datura stramonium</i> L.	155,2 \pm 13,9	<i>Cichorium intybus</i> L.	30,2 \pm 3,5
<i>Saponaria officinalis</i> L.	131,6 \pm 12,7	<i>Salvia officinalis</i> L.	29,4 \pm 3,1
<i>Hypericum perforatum</i> L.	131,4 \pm 12,4	<i>Digitalis grandiflora</i> Mill.	29,3 \pm 3,1
<i>Allium nutans</i> L.	131,3 \pm 11,9	<i>Leonurus quinquelobatus</i> Gilib.	29,3 \pm 3,1
<i>Echinops sphaerocephalus</i> L.	121,5 \pm 10,7	<i>Bryonica dioica</i> Jacq.	29,2 \pm 3,1
<i>Sedum maximum</i> (L.) Hoffm.	111,0 \pm 10,8	<i>Rheum palmatum</i> L.	29,1 \pm 3,0
<i>Thalictrum aquilegifolium</i> L.	108,8 \pm 10,1	<i>Thalictrum flavum</i> L.	28,4 \pm 3,0
<i>Artemisia absinthium</i> L.	102,2 \pm 9,3	<i>Archangelica officinalis</i> (Moench) Hoffm.	28,2 \pm 3,0
<i>Galega officinalis</i> L.	99,8 \pm 9,2	<i>Achillea millefolium</i> L.	27,8 \pm 2,9
<i>Levisticum officinale</i> W.D.J. Koch	99,7 \pm 9,3	<i>Lavandula angustifolia</i> Mill.	25,9 \pm 2,7
<i>Gentiana lutea</i> L.	91,8 \pm 8,9	<i>Astrantia major</i> L.	25,6 \pm 2,6
<i>Linum usitatissimum</i> L.	81,8 \pm 8,6	<i>Origanum vulgare</i> L.	25,1 \pm 2,5
<i>Asparagus officinalis</i> L.	72,2 \pm 6,2	<i>Inula helenium</i> L.	24,0 \pm 2,4
<i>Valeriana officinalis</i> L.	69,2 \pm 6,7	<i>Cynoglossum officinale</i> L.	23,4 \pm 2,4

Продолжение табл.1 на с. 7

Окончание табл. 1

Виды растений	Ант., $\times 10^{-3}\%$	Виды растений	Ант., $\times 10^{-3}\%$
<i>Silybum marianum</i> L.	61,8 \pm 6,3	<i>Phytolacca americana</i> L.	18,9 \pm 1,9
<i>Ruta graveolens</i> L.	57,8 \pm 5,2	<i>Myrrhis odorata</i> L.	17,2 \pm 1,9
<i>Sanguisorba officinalis</i> L.	57,8 \pm 5,9	<i>Thymus vulgaris</i> L.	15,8 \pm 1,7
<i>Betonica officinalis</i> L.	56,1 \pm 5,3	<i>Scutellaria baicalensis</i> Georgi	15,6 \pm 1,5
<i>Thalictrum minus</i> L.	53,9 \pm 5,2	<i>Anemone sylvestris</i> L.	15,2 \pm 1,4
<i>Althaea officinalis</i> L.	48,0 \pm 4,7	<i>Salvia glutinosa</i> L.	14,7 \pm 1,4
<i>Meum athamanticum</i> Jacq.	47,3 \pm 4,6	<i>Mentha piperita</i> L.	14,1 \pm 1,3
<i>Artemisia pontica</i> L.	46,7 \pm 4,5	<i>Veronica longifolia</i> L.	13,3 \pm 1,2
<i>Convallaria majalis</i> L.	46,6 \pm 4,5	<i>Artemisia scoparia</i> Waldst.	13,2 \pm 1,2
<i>Sambucus ebulus</i> L.	44,1 \pm 4,2	<i>Monarda didyma</i> L.	12,7 \pm 1,2
<i>Aralia cordata</i> Thunb.	38,3 \pm 4,9	<i>Pulmonaria officinalis</i> L.	10,4 \pm 1,1
<i>Echinacea purpurea</i> (L.) Moench.	37,3 \pm 3,7	<i>Melissa officinalis</i> L.	8,9 \pm 0,9
<i>Genista tinctoria</i> L.	36,8 \pm 3,6	<i>Geranium sanquineum</i> L.	8,7 \pm 0,9
<i>Aquilegia vulgaris</i> L.	36,2 \pm 3,4	<i>Symphytum officinale</i> L.	8,1 \pm 0,8
<i>Polemonium coeruleum</i> L.	35,9 \pm 3,3	<i>Podophyllum emodii</i> Wall.	7,6 \pm 0,7
<i>Vinca minor</i> L.	35,4 \pm 3,5	<i>Rhodiola rosea</i> L.	6,3 \pm 0,6

Достаточно высоким содержанием антоцианов отличались листья льна обыкновенного, спаржи лекарственной, валерианы лекарственной, ваточника сирийского, купальницы европейской, расторопши пятнистой, руты душистой, кровохлебки лекарственной, буквицы лекарственной, василистника малого, алтея лекарственного, меума атамантового, полыни понтийской, ландыша майского, бузины травянистой, аралии сердцевидной. Эти растения оказались способными накапливать в своих листьях антоцианы в концентрации от 0,04 до 0,08 %. Для остальных исследованных видов лекарственных растений, которых оказалось несравнимо больше (38), средние уровни накопления антоциановых пигментов были значительно ниже 0,04 %.

Другим важнейшим показателем биологической ценности растительного сырья, определяющим его антиоксидантную активность, является содержание каротиноидов. Каротиноиды – природные органические пигменты, синтезируемые бактериями, грибами, водорослями и высшими растениями. Идентифицировано около 600 каротиноидов. Они имеют преимущественно желтый, оранжевый или красный цвет, по строению это циклические или ациклические изопреноиды [29]. Каротины нерастворимы в воде, но растворяются в органических рас-

творителях, содержатся в листьях всех растений, а также в корнеплодах моркови, плодах шиповника [29]. Биологическая ценность провитамина А (β -каротина) определяется прежде всего двумя его свойствами: он служит предшественником витамина А и выполняет функцию антиоксиданта, β -каротин подавляет процессы преждевременного старения, снижает риск сердечно-сосудистых заболеваний, риск катаракты глаза и многих других хронических заболеваний, связанных с повреждающим действием прооксидантов [29].

Природные каротиноидные красители широко используются в пищевой промышленности в качестве пищевой добавки для окраски жиросодержащих продуктов питания (Е160а) [29]. Основными пигментами красителей являются гидрофобные углеводородные каротиноиды типа каротина. Термолитическая гидрофилизация природных углеродных каротиноидов термообработкой каротиноидсодержащего растительного сырья (например, моркови *Daucus Sativus* Roehl) в условиях сохранения окраски пигментов приводит к образованию спиртоводорастворимых красителей [19]. Это происходит не только из-за окисления каротиноидов, но и за счет гидролиза полимерных углеводов до олигомерных форм, образующих гидрофильный комплекс каротиноид-пектин [19]. В результате полученные красители могут успешно применяться для окраски не только гидрофобных, но и гидрофильных продуктов питания, что значительно расширяет эксплуатационные возможности данных колорантов.

Данные по содержанию каротиноидных пигментов в лекарственном сырье представлены в табл. 2. Из 66 видов исследованных лекарственных растений по крайней мере четыре вида привлекают внимание в отношении максимального накопления в листьях каротиноидов: валериана лекарственная (*Valeriana officinalis*), чернокорень лекарственный (*Cynoglossum officinale*), пустырник пятилопастный (*Leonurus quinquelobatus*), дрок красильный (*Genista tinctoria*). Среди них лидирующее место занимает валериана лекарственная (см. табл. 2). В растениях вероники длиннолистной, барвинка малого, синюхи голубой, горечавки желтой, козлятника аптечного, ваточника сирийского, астранции крупной, окопника лекарственного, аралии сердцевидной отмечено высокое содержание каротиноидов, которое составило в среднем от 2,0 до 2,5 мг/г сухого веса. Вторую группу лекарственных растений составляют 33 вида, средняя концентрация каротиноидов в листьях которых составила – 1–2,0 мг/г сухого веса. Минимальным содержанием данных пигментов (0,12–1 мг/г) характеризовались листья 20 видов лекарственных растений.

Таблица 2

Содержание каротиноидов в лекарственных растениях

Виды растений	Карот., мг/г	Виды растений	Карот., мг/г
<i>Valeriana officinalis</i> L.	3,8±0,21	<i>Myrrhis odorata</i> L.	1,34±0,12
<i>Cynoglossum officinale</i> L.	3,7±0,25	<i>Betonica officinalis</i> L.	1,21±0,1
<i>Leonurus quinquelobatus</i> Gilib.	3,34±0,24	<i>Agastache foeniculum</i> (Pursh) Kuntze	1,21±0,1
<i>Genista tinctoria</i> L.	2,68±0,24	<i>Scutellaria baicalensis</i> Georgi	1,23±0,1
<i>Veronica longifolia</i> L.	2,52±0,21	<i>Artemisia scoparia</i> Waldst.	1,19±0,1
<i>Vinca minor</i> L.	2,48±0,22	<i>Anemone sylvestris</i> L.	1,12±0,1
<i>Polemonium coeruleum</i> L.	2,33±0,2	<i>Meum athamanticum</i> Jacq.	1,12±0,1
<i>Gentiana lutea</i> L.	2,24±0,19	<i>Geranium sanguineum</i> L.	1,11±0,09
<i>Galega officinalis</i> L.	2,22±0,19	<i>Pulmonaria officinalis</i> L.	1,09±0,09
<i>Asclepias syriaca</i> L.	2,13±0,18	<i>Datura stramonium</i> L.	1,09±0,09
<i>Astrantia major</i> L.	2,11±0,19	<i>Salvia glutinosa</i> L.	1,07±0,09
<i>Symphytum officinale</i> L.	2,06±0,18	<i>Convallaria majalis</i> L.	1,05±0,09
<i>Aralia cordata</i> Thunb.	2,03±0,19	<i>Sambucus ebulus</i> L.	0,99±0,09
<i>Rheum palmatum</i> L.	1,93±0,17	<i>Ruta graveolens</i> L.	0,93±0,08
<i>Salvia officinalis</i> L.	1,88±0,16	<i>Artemisia pontica</i> L.	0,97±0,07
<i>Cichorium intybus</i> L.	1,88±0,16	<i>Mentha piperita</i> L.	0,90±0,07
<i>Podophyllum emodii</i> Wall.	1,80±0,16	<i>Echinops sphaerocephalus</i> L.	0,91±0,07
<i>Silybum marianum</i> L.	1,74±0,15	<i>Digitalis grandiflora</i> Mill.	0,89±0,07
<i>Macleaya cordata</i> (Willd) R.Br.	1,73±0,15	<i>Rhodiola rosea</i> L.	0,89±0,06
<i>Saponaria officinalis</i> L.	1,70±0,15	<i>Rhaponticum carthamoides</i> (Willd.) Iljin	0,87±0,07
<i>Bryonica dioica</i> Jacq.	1,68±0,14	<i>Lavandula angustifolia</i> Mill.	0,87±0,08
<i>Aquilegia vulgaris</i> L.	1,62±0,14	<i>Echinacea purpurea</i> (L.) Moench.	0,83±0,07
<i>Sanguisorba officinalis</i> L.	1,52±0,14	<i>Thymus vulgaris</i> L.	0,82±0,07
<i>Allium nutans</i> L.	1,49±0,13	<i>Thalictrum minus</i> L.	0,82±0,07
<i>Inula helenium</i> L.	1,49±0,13	<i>Thalictrum flavum</i> L.	0,81±0,07
<i>Monarda didyma</i> L.	1,47±0,13	<i>Linum usitatissimum</i> L.	0,77±0,06
<i>Archangelica officinalis</i> (Moench) Hoffm.	1,46±0,12	<i>Melissa officinalis</i> L.	0,69±0,05
<i>Hypericum perforatum</i> L.	1,43±0,12	<i>Thalictrum aquilegifolium</i> L.	0,58±0,05
<i>Artemisia absinthium</i> L.	1,42±0,12	<i>Trollius europaeus</i> L.	0,51±0,04
<i>Origanum vulgare</i> L.	1,41±0,12	<i>Sedum maximum</i> (L.) Hoffm.	0,49±0,03
<i>Tanacetum vulgare</i> L.	1,39±0,12	<i>Asparagus officinalis</i> L.	0,48±0,03
<i>Phytolacca americana</i> L.	1,35±0,11	<i>Levisticum officinale</i> W.D.J. Koch	0,19±0,01
<i>Achillea millefolium</i> L.	1,35±0,11	<i>Althaea officinalis</i> L.	0,12±0,01

Фармакологическая ценность лекарственных растений определяется количеством биологически активных веществ, их соотношением и доминированием в химическом составе растения тех или иных соединений. Высокий уровень антоциановых и каротиноидных пигментов в лекарственных растениях может сочетаться с довольно широким спектром других биологически активных соединений. Так, например, трава зверобоя содержит различного вида флавоноиды (рутин, гиперозид, бисапигенин), антраценпроизводные (гиперицин, псевдогиперицин), флороглюцины, дубильные вещества, эфирное масло и др. [17]. Василистник водосборолистный содержит кумарины, цианогенные соединения, фенолкарбоновые кислоты, кемпферол, кверцетин [23]. Козлятник лекарственный – галегин, пеганин, гликозиды кемпферола и кверцетина, дубильные вещества, фенолкарбоновые кислоты, сапонины, пектиновые вещества, а по содержанию незаменимых аминокислот данный вид превосходит другие культуры, уступая только сое и амаранту [5]. Различные виды горечавки содержат биологически активные вещества, относящиеся к иридоидам, алкалоидам пиридинового ряда, ксантонам, фитостеролам, фитостероидам, флавоноидам, тритерпеноидам, дубильным веществам, пектинам, олиго- и полисахаридам, фенолкарбоновым кислотам, производным бензофенона [22]. Корни и корневища валерианы лекарственной богаты такими алкалоидами, как валерин, хатинин, дубильными веществами, сапонинами, сахарами и различными органическими кислотами: муравьиной, уксусной, яблочной, стеариновой, пальмитиновой и др. [23]. Во всех органах чернокореня лекарственного содержится большое количество циноглоссина, циноглоссеина, гелиосупина [23]. В траве пустырника пятилопастного найдены стахидрин и сапонины [23]. Некоторые виды лекарственных растений, например маклейя сердцевидная являются единственными источниками бензо[с]фенантридиновых алкалоидов сангвинарина и хелеритрина, используемых в фармакологии при изготовлении antimicrobных препаратов [2]. Действующими веществами дурмана обыкновенного являются скополамин и гиосциамин, способные блокировать М-холинорецепторы [23]. Мыльнянки лекарственной – сапонины, обладающие широким фармакологическим действием. Мордовник шароголовый богат α -эхинопсином.

Суккулентные растения являются перспективными источниками для получения лекарственных препаратов с широким спектром биологической активности. Очиток большой используется в качестве сырья для производства средств с биостимулирующей, ранозаживляющей и другими видами активности [11]. Полынь горькая зарегистрирована

как официальное растение в России, странах СНГ и в 24 странах мира. В составе эфирного масла различными авторами в разное время обнаружены кадинен, туйон, S-гвайазулен, мирцен, α -пинен, туйиловый спирт, нерол, туйилацетат и др. [25]. В связи с этим данные лекарственные растения могут быть использованы не только в качестве источника природных красителей, но и для получения широкого спектра других биологически активных соединений, обладающих различным фармакологическим действием.

Заключение

Анализ содержания природных красителей в 66 лекарственных растениях позволил выявить среди них виды с высоким уровнем накопления каротиноидов и антоцианов. Максимальное содержание суммы антоцианов отмечено в листьях растений маклей сердцевидной, дурмана обыкновенного, мыльнянки лекарственной, зверобоя обыкновенного, лука поникающего, мордовника шароголового, очитка большого, василистника водосборолистного, полыни горькой, козлятника аптечного, любистока лекарственного, горечавки желтой. В листьях растений валерианы лекарственной, чернокореня лекарственного, пустырника пятилопастного, дрока красильного наблюдался максимальный уровень каротиноидов. Полученные данные по суммарному содержанию антоцианов и каротиноидов в исследуемых лекарственных растениях позволили оценить их биологическую ценность, а виды с высоким содержанием анализируемых пигментов рекомендовать для сбора растительного сырья в качестве источников природных БАВ.

Использование природных колорантов вполне перспективно в современных биотехнологических процессах, в пищевой, косметической и фармацевтической промышленности. Полученные композиционные красители можно использовать для окраски в цвета от лимонно-желтого до бордово-красного разнообразных продуктов питания: маргарина, сливочного масла, мороженого, творога, йогуртов и других продуктов молочной промышленности, кондитерских изделий, в частности карамели и мармелада, напитков, ликеро-водочной продукции. Кроме того, использование натуральных композиционных колорантов на основе смеси антоцианового и каротиноидного красителей взамен синтетических при производстве ряда пищевых продуктов, в частности кондитерских изделий, позволит шире применять эти колоранты для детского питания. Наличие ярко выраженных антиоксидантных свойств даст возможность использовать окрашенные каротиноидно-антоциановым

красителем продукты для профилактики свободнорадикальных патологий при коррекции антиоксидантного статуса человеческого организма.

Важным направлением в исследовании природных красителей является создание комплексных препаратов на основе натуральных антиоксидантов с лекарственными средствами различных групп и получение полусинтетических производных. Такие исследования открывают новые перспективы использования растительных пигментов в медицине и фармакологии.

Основным источником лекарственных растений являются дикорастущие ресурсы Калининградской области и в целях сохранения природных популяций редких и охраняемых видов, таких, например, как синюха голубая, их заготовка может производиться в этом регионе только на искусственных плантациях. В связи с этим полученные данные могут быть полезны, кроме фармакологической промышленности Калининградской области, и для частных хозяйств, специализирующихся на культивировании и выращивании большого количества наименований лекарственных растений, способных служить сырьевой базой для изготовления широкой номенклатуры лекарственных средств. При этом очень важно иметь стандарты качества лекарственного сырья растительного происхождения, позволяющие проводить его оценку и контроль при культивации, производстве и селекции лекарственных растений.

Литература:

1. *Болотов В.М., Нечаев А.П., Сарафанова Л.А.* Пищевые красители: классификация, свойства, анализ, применение. – СПб.: ГИОРД, 2008. – 240 с.
2. *Бушуева Г.Р., Савина Т. А., Фатеева Т. А., Быков В. А.* Культура клеток *Macleaya cordata* (Willd R. Br.) - источник антимикробных биологически активных веществ // Вопросы биологической медицинской и фармацевтической химии. – 2010. – № 2. – С. 33-38.
3. *Горячева Н.Г., Ревина А.А., Шаненко Е.Ф., Пичугина Т.В.* Фенольные соединения и их использование в пищевой промышленности // Новые и нетрадиционные растения и перспективы их использования. VI Международный симпозиум: Материалы конференции. Т. 3. – М.: Изд-во РУДН, 2005. – С. 206-225.
4. *Дейнека В.И., Хлебников В.А. и др.* Антоцианы и алкалоиды: особенности сорбции природными глинистыми минералами // Химия растительного сырья. – 2007. – № 2. – С. 63-66.
5. *Зевахина Ю.А., Офицеров Е.Н.* Сравнительное содержание пектиновых веществ в листьях и стеблях *Galega officinalis*// Химия растительного сырья. – 2003. – № 2. – С. 33-38.

6. *Исаченко М.С., Иващенко Н.И.* Исследование антоцианов ягодного сырья. Качественное и количественное определение // Пищевая промышленность: Наука и технологии. – 2009. – № 1 (3). – С. 80-83.
7. *Ключникова Н.Ф., Голубкина Н.А. и др.* Селен в лекарственных растениях Хабаровского края // Бюллетень Ботанического сада-института ДВО РАН. – 2009. – Вып. 4. – С. 37-40.
8. *Краснов К.А., Березовская Т.П., Алексюк Н.В.* Выделение и анализ природных биологически активных веществ. – Томск: Изд-во ТГУ, 1987. – 184 с.
9. *Крупеникова В.Г., Федосеева Г.М.* Антоцианы скабиозы венечной // Сибирский медицинский журнал. – 2008. – № 2. – С. 78-80.
10. *Левданский В.А., Бутылкина А.И., Кузнецов Б.Н.* Выделение и изучение состава антоцианидинов коры лиственницы // Химия растительного сырья. – 2006. – № 4. – С. 17-20.
11. Лекарственное растительное сырье. Фармакогнозия / ред. Г.П. Яковлев, К.Ф. Блинова. – СПб., 2004. – 765 с.
12. *Мокеев А.Н.* Красители из природного сырья для улучшения цвета и качества продуктов питания // Пищевые ингредиенты: сырье и добавки. – 2001. – № 1. – С. 18-19
13. *Муллагулов Р.Т., Тимербулатова Г.Р.* Количественное содержание антоцианов в лекарственном растительном сырье // Приволжский научный вестник. – 2012. – № 2 (6). – С. 3-5.
14. *Панькив О.Г., Паришкова В.Н., Слащенин Д.Г., Степень Р.А.* Динамика липидов и их некоторых компонентов древесной зелени лиственницы сибирской // Химия растительного сырья. – 2009. – № 3. – С. 99-102.
15. *Писарев Д.Н., Новиков О.О. и др.* Химическое изучение биологически активных полифенолов некоторых сортов рябины обыкновенной - *Sorbus aucuparia* // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия Медицина. Фармация. – 2010. № 22 (93). – Вып. 12/2. – С. 123-128.
16. *Полевой В.В., Максимова Г.Б.* Методы биохимического анализа растений. – Л.: Изд-во ЛГУ, 1978. – 192 с.
17. *Правдивцева О.Е., Куркин В.А.* Сравнительное исследование химического состава надземной части некоторых видов рода *Nuregicum* L. // Химия растительного сырья. – 2009. №1. – С. 79-82.
18. *Рябинина Е.И., Зотова Е.Е., Ветрова Е.Н., Пономарева Н.И.* Сравнение химико-аналитических методов определения танидов и антиоксидантной активности растительного сырья // Аналитика и контроль. – 2011. – Т. 15. – № 2. – С. 202-208.
19. *Саввин П.Н., Комарова Е.В., Болотов В.М., Шичкина Е.С.* Исследование натуральных каротиноидно-антоциановых красителей // Химия растительного сырья. – 2010. – № 4. – С. 135-138.
20. *Соколов А.А.* Лекарственные растения: уч.-метод. пособие. – Калининград: Изд-во КГУ, 2004. – 31 с.
21. *Танчев С.С.* Антоцианы в плодах и овощах. – М.: Пищевая промышленность, 1980. – 304 с.

22. Тожибоев М.М., Ботиров Э.Х., Усманова Г.А. Фитохимическое исследование ксантонов и флавоноидов *Gentiana karelinii* // Химия растительного сырья. – 2010. – № 1. – С. 127–130.
23. Турова А.Д., Сапожникова Э.Н. Лекарственные растения СССР и их применение. – М.: Медицина, 1984. – 304 с.
24. Федосеева Л.М., Малолеткина Т.С. Изучение и сравнительная оценка липофильных веществ зеленых, красных и черных листьев бадана толстолистного, произрастающего на Алтае // Химия растительного сырья. 1999. №2. С. 113–117.
25. Ханина М.А., Серых Е.А., Покровский Л.М., Ткачев А.В. Новые данные по химическому составу эфирного масла *Artemisia absinthium* L. Сибирской флоры // Химия растительного сырья. 2000. № 3. С. 33–40.
26. Харламова О.А., Кафка Б.В. Натуральные пищевые красители. М., 1989. 191 с.
27. Цыпенков В.П., Федоров А.С., Банкина Т.А., Федорова Н.Н. Определение химического состава растительных материалов. СПб.: Изд-во СПб. ун-та, 1997. 152 с.
28. Чупахина Г.Н., Масленников П.В., Скрыпник Л.Н., Фролов Е.М. Оценка антиоксидантного статуса растений различных экологических групп Куршской косы // Вестник российского государственного университета им. И. Канта. 2010. Вып. 7, Сер. Естественные науки. С. 77–83.
29. Чурилина Е.В., Коренман Я.И. и др. Извлечение натуральных красителей гидрофильными полимерами // Химия растительного сырья. 2010. №2. С. 153–158.
30. Ehlenfeldt M.K., Prior R.L. Oxygen radical absorbance capacity (ORAC) and phenolic and anthocyanin concentrations in fruit and leaf tissues of highbush blueberry // Journal of Agricultural and Food Chemistry. 2001. V. 49. P. 2222–2227.
31. Kemper K.J., Gardiner P., Woods Ch. Changes in use of herbs and dietary supplements (HDS) among clinicians enrolled in an online curriculum // BMC Complementary and Alternative Medicine. 2007. V.7. P. 6882–6870.
32. Miliauskas G., Venskutonis P.R., Beek T.A. Screening of radical scavenging activity of some medicinal and aromatic plant extracts // Food Chem. 2004. V. 85. №. 2. P. 231–237.
33. Samuelsen A.B. The traditional uses, chemical constituents and biological activities of *Plantago major* L. A review // J. Ethnopharm. 2000. V. 1. P. 1 – 21.
34. Silva B.A., Ferreres F., Malva J.O., Dias A.C. Phytochemical and antioxidant characterization of *Hypericum perforatum* alcoholic extracts // Food Chem. 2005. V. 90. №.1. P. 157–167.