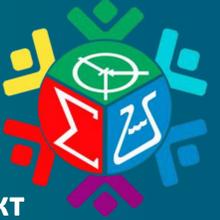




# Антоциановый профиль и антиоксидантная активность кипрея узколистного



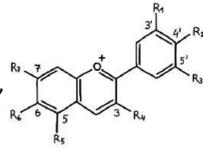
Авторы: Решетникова Виктория, Кудрин Венедикт

## Введение:



**Кипрей узколистный** (*Epilobium angustifolium*), иван-чай, копорский чай – многолетнее растение, употребляется в пищу, обладает рядом полезных свойств, абсолютно не ядовит – возможен сбор и употребление любой части растения.

**Антоцианы** – это растительные пигменты, относимые к классу флавоноидов, обуславливающие красную, синюю и фиолетовую окраску цветков и плодов.



## Актуальность:

Антоцианы обладают сильными антиоксидантными свойствами, что помогает им бороться с оксидативным стрессом в живых организмах.

Доказана эффективность антоцианов против рака, в повышении иммунитета, и их противовирусная активность [1,2].

Однако остается малоизучен антоциановый профиль кипрея узколистного, в частности произрастающего на территории Якутии: качественный и количественный состав антоцианов в растении и напитке на его основе.

## Цель:

Изучить антоциановый профиль кипрея узколистного Центральной Якутии и антиоксидантную активность напитка на его основе.

## Задачи:

- Осуществить сбор образцов кипрея узколистного Центральной Якутии в фазе цветения.
- Провести сушку цветков и заготовку иван-чая.
- Исследовать антоциановый профиль.
- Изучить антиоксидантную активность настоя листьев.
- Дать сравнительную оценку антиоксидантной активности напитка иван-чая и рекомендации к его употреблению.

## Объекты и методы исследования:

### Объекты исследования:



### Методы исследования:

#### 1) Методика получения водных экстрактов антоцианов



Процесс экстракции антоцианов в реакционной станции Carousel 6 Plus

#### 2) Методики УФ-видимой спектрофотометрии



1. УФ-спектрометрия: съемка спектра антоцианов от 400 до 700 нм, с шагом 10 нм.

2. pH-дифференциальная спектрофотометрия: определение содержания антоцианов.

#### 3) Методика ЯМР: анализ антоцианового профиля



ЯМР-спектрометр высокого разрешения Avance III 400 МГц (Bruker)

<sup>1</sup>H, <sup>13</sup>C, DOSY

#### 4) Методика титриметрии: определение антиоксидантной активности



Метод окислительно-восстановительного титрования, основанный на взаимодействии веществ-антиоксидантов с раствором 0,02 н. KMnO4

## Результаты:

### УФ-спектр экстракта сушеных цветков кипрея

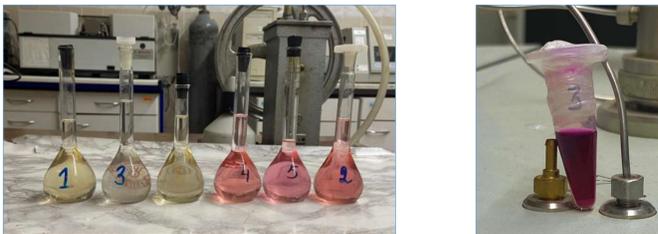
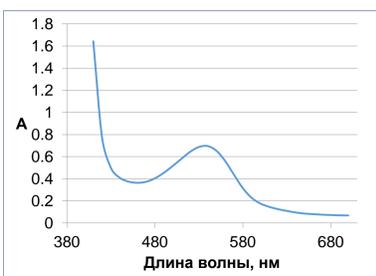


Таблица 1. Содержание антоцианов в кипрее узколистном

Место произрастания	Содержание, мас.%	Источник
Центр. Якутия	0,200±0,003	Наши данные
Алтай	0,083±0,008	[2]
Средний Урал	0,126±0,004	Наши данные
Северо-Запад России	0,117±0,002	Наши данные



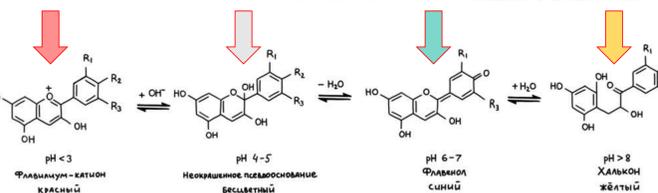
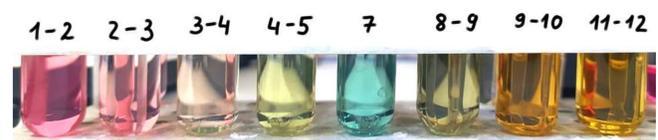
Содержание антоцианов в высушенных цветках кипрея узколистного Центральной Якутии составляет **0,200±0,003 г/100 г** цветков.

Повышенное содержание антоцианов в якутском иван-чае может быть объяснено суровыми условиями его произрастания, при которых происходит накопление в растениях антоцианов как веществ, борющихся со стрессовыми факторами.

Максимум поглощения антоцианов цветков кипрея наблюдается при длине волны 530 нм, что соответствует зеленому спектру поглощения. Наблюдаемый глазом цвет раствора является пурпурного оттенка.

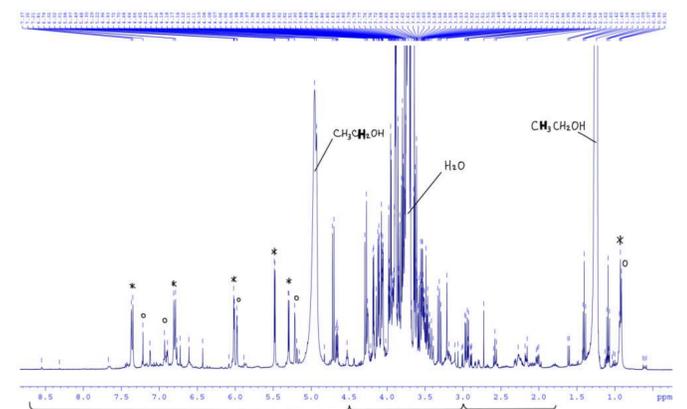
λ, нм	Поглощенный цвет	Наблюдаемый цвет
400-435	Фиолетовый	Зеленовато-желтый
435-480	Синий	Желтый
480-490	Зеленовато-синий	Оранжевый
490-500	Синевато-зеленый	Красный
500-560	Зеленый	Пурпурный
560-580	Желтовато-зеленый	Фиолетовый
580-595	Желтый	Синий
595-605	Оранжевый	Зеленовато-синий
605-730	Красный	Синевато-зеленый
730-760	Пурпурный	Зеленый

### Изменение цвета раствора цветков в зависимости от кислотности среды

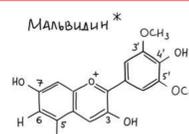
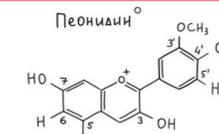


## Результаты:

### Антоциановый профиль



На спектре проявляются в основном мальвидин (80%) и пеонидин (15%) – как основные антоцианы кипрея. В составе экстракта также наблюдается наличие липидов и углеводов. Углеводы являются как индивидуальными веществами, так и в виде гликозидов-антоцианов



**В иван-чае содержатся:**  
• Мальвидин – 68%  
• Пеонидин – 13%  
• Цианидин – 6%  
• Петунидин – 3%  
• Дельфинидин – 2%

Метод DOSY – это измерение коэффициента диффузии молекул, который согласно формуле Стокса-Эйнштейна, зависит от диаметра молекулы, а значит и от молекулярной массы

$$D = \frac{RT}{6\pi\eta r N_A}$$

Таблица 2. DOSY-данные

Пик, м.д.	4,06	3,97	3,85	3,64	3,55	3,53	3,48	3,43
D, м <sup>2</sup> /с*10 <sup>10</sup>	2,4	3,9	3,1	2,3	3,1	3,4	5,7	3,4
J <sub>0</sub>	0,28	0,68	0,74	0,27	1	1,7	0,42	1,1
Антоциан	пеонидин-3,5-диглюкозид	пеонидин-3-глюкозид	мальвидин-3,5-диглюкозид	пеонидин-3,5-диглюкозид	мальвидин-3,5-диглюкозид	мальвидин-3-глюкозид	сахароза(?)	мальвидин-3-глюкозид

### Антиоксидантная активность

Таблица 3. Данные перманганатометрии

Объем KMnO4, мл \ название	Иван-чай (листья)	Иван-чай (цветки)	Tess	ЧайОК	Ява
V1	3,3	1	1,3	1,4	0,9
V2	3,2	1	1,2	1,3	0,9
V3	3,4	0,9	1,4	1,4	1
Vcp	3,3	1	1,3	1,4	0,9

АОА напитка из листьев кипрея составляет 3,6 г/100 г, и характеризуется средними значениями по сравнению, например, с зеленым чаем (13,3 г/100 г чая), имеющимся в продаже, однако учитывая отсутствие в иван-чае кофеина, его польза остается существенной, в особенности для лиц, следящих за своим здоровьем; Установлено, что АОА водного экстракта сушеных цветков составляет 12,3/100 г и сравнима с АОА зеленого чая.

Таблица 4. Содержание антиоксидантов

Название	Содержание, г/100г
Иван-чай листья	3,6
Иван-чай цветы	12,3
ЧайОК черный	8,6
Tess черный	9,2
Ява зеленый	13,3

## Заключение:

1) Антоциановый профиль кипрея характеризуется в основном двумя видами антоцианов: 80% мальвидин-гликозидами и около 15% - пеонидин-гликозидами, остальные антоцианы находятся в подчиненном количестве;

2) Содержание антоцианов в кипрее Центральной Якутии колеблется в пределах 0,200±0,003, что в 2 раза выше, чем в алтайском кипрее;

3) Высокое содержание антоцианидинов в кипрее обеспечивает голубовато-малиновую окраску его цветков;

4) Как показало исследование антоцианидины могут проявлять широкую цветовую гамму в зависимости от кислотности, что может быть использовано для применения антоцианов в качестве универсального красителя или индикатора;

5) Установлено, что антиоксидантная активность напитка из листьев растения составляет 3,6 г/100 г, а водного экстракта сушеных цветков составляет 12,3/100 г;

## Список использованной литературы:

- Царёв, В. Н., Базарнова, Н. Г., Дубенский, М. М. Кипрей узколистный (*Chamerionangustifolium* L.) Химический состав, биологическая активность (обзор) // В. Н. Царёв, Н. Г. Базарнова, М. М. Дубенский // Химия растительного сырья. – 2016. - №4. – С.15-26.
- Олейниц, Е. Ю., Блинова, И. П., Дейнека, Л. А., Кульченко, Я. Ю., Дейнека, В. И., Селеменов, В. Ф. Антоцианы и другие фенольные соединения напитка иван-чая и его антиоксидантная активность/ Е. Ю. Олейниц, И. П. Блинова, Л. А. Дейнека, Я. Ю. Кульченко, В. И. Дейнека, В. Ф. Селеменов // Вестник ВГУ. Серия Химия-Биология-Фармация. – 2018. – № 1. – С.7-14.
- Kähkönen, M., Heinonen, M. Antioxidant Activity of Anthocyanins and Their Aglycons / M. P. Kähkönen, M. Heinonen // Journal of Agricultural and Food Chemistry. – 2003. – Vol.51(3). – P. 628-633.
- Бутенко, Л.И., Подгорная, Ж.В. Исследования антоцианового комплекса ягод, прошедших криообработку // Л. И. Бутенко, Ж.В.Подгорная // Успехи современного естествознания. – 2016. – № 11-1. – С. 14-17.
- Дымова, О.В., Голово, Т.К. Фотосинтетические пигменты в растениях природной флоры таежной зоны европейского Северо-Востока России // О.В.Дымова, Т.К. Голово // Физиология растений. – 2019. – Т. 66, № 3. – С. 198-206.
- National Aeronautics and Space Administration – NASA. Prediction Of Worldwide Energy Resources (POWER) project / NASA – National Aeronautics and Space Administration // Provides solar and meteorological data sets from NASA research for support of renewable energy, building energy efficiency and agricultural needs. – 2021. // [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://power.larc.nasa.gov/resources>. (Дата обращения 12.12.2021 г.).
- ГОСТ Р 53773-2010 «Продукция соковая. Методы определения антоцианинов».
- Gitelson A.A., Merzlyak M.N., Chivkunova O.B. Optical Properties and Nondestructive Estimation of Anthocyanin Content in Plant Leaves / A.A.Gitelson, M.N.Merzlyak, O.B.Chivkunova // Photochemistry and Photobiology. – 2001. – No. 74(1). – P. 38-45.
- Van Flamm. PH-Wert-Anthocyanone.png / VanFlamm // – 2005. // [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=3091443>. (Дата обращения 18.01.2022 г.).
- Братухин, Ю.К., Путин, Г.Ф. Обработка экспериментальных данных / Ю. К. Братухин, Г. Ф. Путин: учебное пособие. –Перм. ун-т. – Пермь, 2003. – 80 с.
- Maleki, S.A.M., Hizam, H., Gomes, Ch. Estimation of Hourly, Daily and Monthly Global Solar Radiation on Inclined Surfaces: Models Revisited / S.A.M. Maleki, H. Hizam, Ch. Gomes // Energies. – 2017. – Vol. 10. No. 134. – 28 p.
- Blackburn, W. J., Proctor, J. T. A. Estimating photosynthetically active radiation from measured solar irradiance / W. J. Blackburn, J. T. A. Proctor // Solar Energy. – 1983. – Vol. 31, No.2. – 233-234 p.
- García-Rodríguez, A., García-Rodríguez, S., Díez-Mediavilla, M., Alonso-Tristán, C. Photosynthetic Active Radiation, Solar Irradiance and the CIE Standard Sky Classification / A. García-Rodríguez, S. García-Rodríguez, M. Díez-Mediavilla, C. Alonso-Tristán // Applied Sciences. – 2020. – Vol.10.10. No. 8007. – 14 p.

