

УДК 581.192: 58.02

## ОСОБЕННОСТИ НАКОПЛЕНИЯ ФЕНОЛЬНЫХ СОЕДИНЕНИЙ В РАСТЕНИЯХ НЕКОТОРЫХ ВИДОВ РОДА *RUMEX* L.

© П.В. Федурев\*, Л.Н. Скрыпник, П.В. Масленников, Г.Н. Чупахина, Н.А. Таценко

Балтийский федеральный университет им. И. Канта, ул. Университетская,  
2, Калининград, 236040 (Россия), e-mail: pfeduraev@kantiana.ru

Одной из основных задач современной фармакогнозии является поиск новых источников биологически активных веществ с целью создания высокоэффективных лекарственных препаратов. Определенный интерес представляют растения рода щавель (*Rumex* L.), которые характеризуются богатым химическим составом, а потому обладают широким спектром биологического действия. В работе изучены фенологические особенности накопления фенольных соединений (полифенолы, катехины, лейкоантоцианы, антоцианы) у щавеля курчавого (*Rumex crispus* L.) и щавеля туполистного (*Rumex obtusifolius* L.) – доминантов луговых фитоценозов Калининградской области. Содержание фенольных веществ определялось спектрофотометрическим методом (Shimadzu UV3600, Japan) в различных частях растений: стебли, листья (стеблевые и прикорневые), корни и соцветия в период цветения и плодоношения. Выявлены видовые особенности в накоплении фенольных соединений различных групп у растений. Показано, что в период цветения у *R. crispus* и у *R. obtusifolius* наблюдалось максимальное накопление фенольных веществ. Более высокое содержание полифенолов в стеблевых листьях и генеративных органах *R. crispus* по сравнению с *R. obtusifolius* и активное накопление лейкоантоцианов во всех тканях в период цветения – видовая особенность в накоплении полифенольных соединений. У *R. obtusifolius* – максимальный уровень накопления полифенолов в корнях и высокий уровень катехинов в корнях, листьях и соцветиях в фазу цветения. Активное накопление лейкоантоцианов в прикорневых листьях *R. obtusifolius* в период плодоношения – биологическая особенность данного вида в накоплении флаван-3,4-диолов. Показан относительно низкий уровень накопления не фотосинтетических пигментов фенольной природы – антоцианов. Уровень антоцианов в вегетативных и генеративных тканях исследуемых видов значительно уступал содержанию в них флаван-3,4 диолов. Уровень катехинов в тканях *R. crispus* и *R. obtusifolius* значительно превышал содержание в них флаван-3,4 диолов.

*Ключевые слова:* катехины, лейкоантоцианы, антоцианы, сумма фенольных соединений, онтогенез, щавель курчавый, щавель туполистный.

### Введение

Одной из основных задач современной фармакогнозии является поиск новых источников биологически активных веществ с целью создания высокоэффективных лекарственных препаратов. Определенный интерес представляют растения рода щавель (*Rumex* L.), которые характеризуются богатым химическим составом, а

---

Федурев Павел Владимирович – ассистент кафедры молекулярной физиологии и биофизики, тел. (4012) 53-32-63, e-mail: pfeduraev@kantiana.ru  
Скрыпник Любовь Николаевна – доцент кафедры молекулярной физиологии и биофизики, кандидат биологических наук, тел. (4012) 53-32-63, e-mail: lskrypnik@kantiana.ru

Масленников Павел Владимирович – доцент, кандидат биологических наук, e-mail: pashamaslennikov@mail.ru

Чупахина Галина Николаевна – профессор кафедры молекулярной физиологии и биофизики, доктор биологических наук, профессор, e-mail: tchoupakhina@mail.ru

Таценко Наталья Андреевна – студентка химико-биологического института, кафедра молекулярной физиологии и биофизики, e-mail: tatsenko.n@mail.ru

потому обладают широким спектром биологического действия. Щавели перспективны как источники средств слабительного, вяжущего, противовоспалительного, антисептического, кровоостанавливающего, желчегонного и мочегонного действия [1–14].

Фенольные соединения – один из наиболее распространенных и многочисленных классов природных соединений, обладающих подобной биологической активностью. Самое важное свойство многих фенольных и полифенольных соединений – их участие в окислительно-восстановительных реакциях и в процессах нейтрализации активных форм кислорода [5, 7, 12–15]. Имеются данные о наличии

---

\* Автор, с которым следует вести переписку.

антимутагенной и антиканцерогенной активностей полифенолов [16, 17]. Другое, не менее важное, свойство растительных фенольных соединений – их Р-витаминное действие [14, 18, 19]. Эффективные и малотоксичные природные полифенольные антиоксиданты могут применяться для решения многих технологических задач и повышения качества выпускаемой продукции в пищевой, косметической и фармацевтической промышленности, в животноводстве. Для биотехнологии продуценты полифенолов представляют особый интерес как носители полезных генов, необходимых для генно-инженерного конструирования растений с заданными полезными свойствами [15].

Образование фенолов – динамический процесс, в значительной степени зависящий от многочисленных факторов окружающей среды. Главные из них – «стрессовый» и возрастной, а также фактор освещенности [15, 20]. Накопление фенольных веществ в различных частях и органах растений тесно связано с их функцией в жизнедеятельности растений и фазой развития [21]. В связи с этим изучение условий, оказывающих влияние на онтогенетические ритмы накопления фенольных соединений в растениях рода *Rumex* L., также имеет весьма большое значение.

*Цель работы* – исследовать фенологические особенности накопления фенольных соединений (полифенолы, катехины, лейкоантоцианы, антоцианы) у щавеля курчавого (*Rumex crispus* L.) и щавеля туполистного (*Rumex obtusifolius* L.) – доминантов луговых фитоценозов Калининградской области.

### **Экспериментальная часть**

В качестве объектов исследования были использованы *Rumex crispus* L. и *R. obtusifolius* L. – доминирующие виды на луговых фитоценозах Калининградской области. В растениях определялось количественное содержание полифенолов, катехинов, лейкоантоцианов и антоцианов. Содержание фенольных веществ анализировалось в различных частях растений: стебли, листья (стеблевые и прикорневые), корни и соцветия. Сбор растительного материала проводился в период цветения и плодоношения (июнь – июль 2014 г.).

Суммарное содержание фенольных соединений в исследуемых растениях определялось спектрофотометрическим методом. В качестве аналитической реакции использовалась реакция образования окрашенного в синий цвет раствора берлинской лазури, возникающей при взаимодействии двухвалентного железа и гексоцианоферрата калия ( $K_3Fe(CN)_6$ ). Интенсивность окраски полученного раствора при длине волны 720 нм позволяет судить о количестве фенольных соединений. В качестве стандартных образцов использовали растворы галловой кислоты. Навеску растительного материала растирали до гомогенного состояния в присутствии подкисленного 96% этанола (20 : 1), гомогенат центрифугировали при 4500 г в течение 30 мин [22, 23].

Концентрацию антоциановых пигментов определяли спектрофотометрически в 1% солянокислом 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 [23].

Для определения лейкоантоцианов (флаван-3,4-диолов) навеску растительного материала растирали до гомогенного состояния в присутствии подкисленного 96% этанола (20 : 1), гомогенат центрифугировали при 4500 г в течение 30 мин. Затем по 1 мл центрифугата помещали в пробирки, в каждую из которых добавляли по 19 мл 5% раствора HCl в *n*-бутаноле, тщательно перемешивая. Пробирки помещали в кипящую водяную баню на 50 мин, по окончании термостатирования пробирки охлаждали и определяли оптическую плотность при длине волны 520 нм [23].

Для определения катехинов навеску растительного материала растирали до гомогенного состояния в присутствии подкисленного 96% этанола (20 : 1), гомогенат центрифугировали при 5000 г в течение 10 мин. В заранее приготовленные пробирки с 4 мл ванилинового реактива и соляной кислоты (2,5 мл 5% спиртовой раствор ванилина + 47,5 мл концентрированная HCl) вносили 1 мл центрифугата — начиная с эталона, с промежутком в 2 мин. Содержимое каждой колбы перемешивалось и переносилось в кюветы спектрофотометра. Оптическую плотность замеряли через 5 мин после добавления вытяжки к ванилиновому реактиву, эталонный раствор использовали в качестве контроля. Измерения вели при длине волны 520 нм [23]. Оптическую плотность растворов определяли на спектрофотометре «Shimadzu UV3600» (Shimadzu, Japan).

Содержание исследуемых веществ приведено на грамм сухого веса. Анализ проб проводился в трехкратной биологической повторности и не менее чем в трех аналитических. Полученные результаты обра-

ботаны статистически, данные представлены на графиках в виде средних арифметических значений и их стандартных ошибок. Достоверность различий между вариантами определяли с помощью t-критерия Стьюдента ( $P \leq 0,05$ ). Корреляционный анализ проводили с помощью критерия Пирсона.

### Результаты и обсуждение

Щавель (*Rumex L.*) – полиморфный и политипный род, свойственный, в основном, умеренному поясу северного полушария [24–27]. На территории России и сопредельных государств произрастает 99 видов, из них 24 – гибридного происхождения, в Сибири – 21 вид [24]. Некоторые виды подрода *Rumex* приурочены к горным системам Средней Азии, где встречаются в луговых и лесных ценозах. Как ветроопыляемые растения, щавели легко гибридизируют, отличаются непостоянством и невыдержанностью признаков [24].

Виды рода *Rumex L.* – это многолетние и однолетние травы до 1,5 м высотой с крупными или мелкими, более или менее цельнокрайними листьями и густыми пучками цветков в пазухах верхних листьев. По своей экологической природе – в основном мезофиты, мезогигрофиты и гигрофиты. Многие сорничают [24, 25].

С химической точки зрения виды под рода *Rumex* изучены недостаточно, несмотря на их перспективность в качестве источников БАВ. Род *Rumex* разнообразен по составу флавоноидов. Подроды щавелей биохимически различаются и имеют свои собственные «флавоноидные профили» [4, 24].

Наличие флавоноидов в *R. alpinus*, *R. confertus*, *R. crispus*, *R. patientia*, *R. longifolius* впервые было установлено немецкими учеными Hänsel R., Hörhammer L. [4, 24]. Позднее в *R. aquaticus* был обнаружен рутин, гликозиды кверцетина и кемпферола, в *R. confertus* – гиперин и рутин, в *R. conglomerates* – гиперин и рутин, гликозиды кверцетина, в *R. crispus* – кверцетин и его гликозиды рутин, гиперин и кверцитрин, в *R. longifolius* – флавоноиды, гликозиды кверцетина, в *R. pamiricus* (= *R. rechingerianus*) – флавоноиды, в *R. patientia* – кемпферол, изорамнетин, глюкозид кверцетина, глюкозид кемпфера, в *R. tianschanicus* – кверцетин, рутин [24–27].

Несмотря на достаточно большой массив данных по содержанию фенольных соединений в растениях *Polygonaceae* Juss. (гречишные) фенологические, эколого-фитоценотические особенности накопления указанных веществ в разных видах рода *Rumex L.* изучены недостаточно и требуют дальнейшего исследования.

В данной работе рассматриваются фенологические особенности накопления полифенолов, катехинов, лейкоантоцианов, антоцианов в щавелях курчавом и туполистном доминантов луговых фитоценозов Калининградской области.

Данные по содержанию суммы фенольных соединений в исследуемых растениях *R. crispus* и *R. obtusifolius* представлены на рисунке 1. У *R. crispus* максимальное содержание полифенолов наблюдалось в период цветения в стеблевых листьях растений ( $234,4 \pm 18,3$  мг/г), в прикорневых их уровень был значительно ниже ( $67,7 \pm 5,9$ ). Минимальное содержание полифенолов наблюдалось в корнях ( $5,4 \pm 0,6$ ) и стеблях ( $13,6 \pm 1,1$ ) щавеля курчавого, при приближении к фазе плодоношения уровень полифенолов в этих тканях повышался. Содержание фенольных соединений в генеративных частях *R. crispus* не зависел от вегетационного периода и незначительно отличался от их уровня в стеблевых листьях в фазу плодоношения.

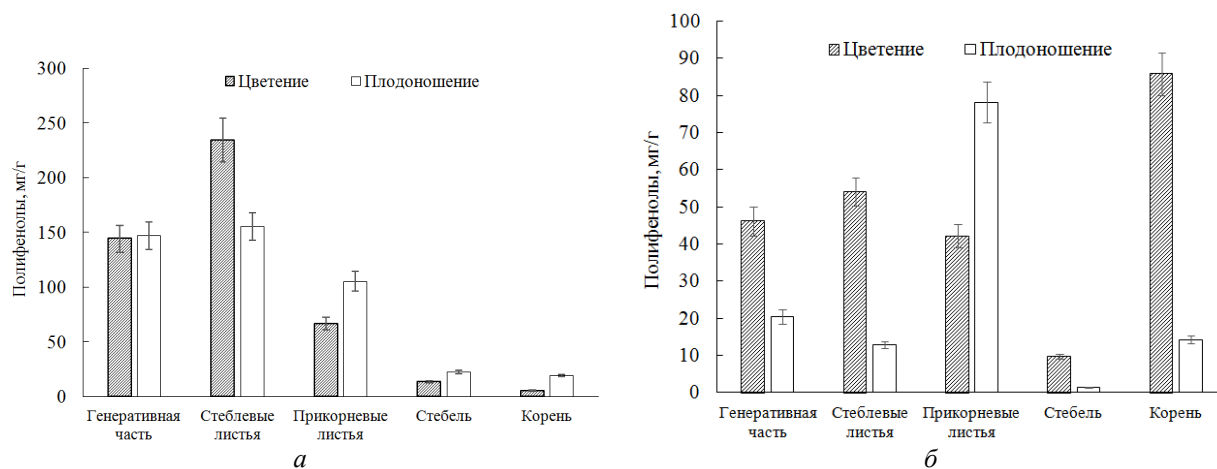


Рис. 1. Сумма фенольных соединений в растениях *R. crispus* (а) и *R. obtusifolius* (б) в различные периоды вегетации

В отличие от *R. crispus* максимальное содержание полифенолов у *R. obtusifolius* отмечено в корнях в период цветения ( $85,7 \pm 7,2$  мг/г) и в прикорневых листьях в период плодоношения ( $78,2 \pm 6,5$  мг/г). Минимальный уровень полифенолов находился в стеблях щавеля туполистного в период плодоношения ( $1,6 \pm 0,1$  мг/г). В онтогенезе *R. obtusifolius* уровень полифенолов снижался в генеративных частях растений, стеблях, стеблевых листьях и в корнях. В прикорневых листьях, наоборот, наблюдалось накопление полифенолов при переходе растений из фазы цветения в фазу плодоношения. Следует отметить как видовую особенность более высокий уровень полифенолов в стеблевых листьях и генеративных органах *R. crispus* по сравнению с *R. obtusifolius*. У последнего – максимальный уровень накопления полифенолов в корнях в фазу цветения.

Максимальное содержание катехинов у растений *R. crispus* и *R. obtusifolius* наблюдалось в стеблевых листьях ( $328,6$ – $421,2$  мг/г) и соцветиях ( $322,4$ – $505,3$  мг/г) в дальнейшем в фазе плодоношения их уровень снижался (рис. 2). В фазе плодоношения у обоих видов наблюдалось значительное накопление катехинов в прикорневых листьях ( $297,7$ – $356,1$  мг/г) по сравнению с более ранним периодом. Минимальное содержание катехинов выявлено в стеблях ( $30,8$ – $51,4$ ) и корнях ( $68,1$ – $70,4$  мг/г) *R. crispus* и *R. obtusifolius* в фазу плодоношения. Высокий уровень катехинов в корнях, листьях и соцветиях *R. obtusifolius* в фазу цветения ( $356,1$ – $505,3$  мг/г) – видовой признак, позволяющий рекомендовать данный вид как источник фенольных соединений.

Данные по содержанию лейкоантоцианов в растениях *R. crispus* и *R. obtusifolius* представлены на рисунке 3. Максимальное содержание лейкоантоцианов обнаружено в стеблевых листьях *R. crispus* в фазу цветения ( $69,9 \pm 5,8$  мг/г) и прикорневых листьях *R. obtusifolius* в фазу плодоношения ( $115,4 \pm 10,2$  мг/г). В фазе цветения в генеративных и вегетативных органах *R. crispus* содержание лейкоантоцианов превышало аналогичный уровень у *R. obtusifolius* в среднем в 1,4–2,3 раза. В фазе плодоношения уровень лейкоантоцианов в генеративных и вегетативных органах *R. crispus* значительно снижался и был ниже аналогичного показателя в генеративных частях, в стеблевых и прикорневых листьях *R. obtusifolius* в 1,5–3,3 раза.

Активное накопление лейкоантоцианов во всех тканях *R. crispus* в период цветения и в прикорневых листьях *R. obtusifolius* в период плодоношения – биологическая особенность данных видов в накоплении флаван-3,4-диолов.

Накопление антоцианов в стеблевых и прикорневых листьях у двух видов имело схожую динамику: в первом случае их уровень снижался к фазе плодоношения; во втором, содержание антоцианов в аналогичный период увеличивалось (рис. 4). Максимальное содержание антоцианов у *R. crispus* наблюдалось в стеблевых листьях (фаза цветения), у *R. obtusifolius* – в прикорневых (плодоношение).

Накопление антоциановых пигментов в исследуемых растениях происходило не столь активно, как фенольных соединений проантоцианидинового ряда. Уровень антоцианов в вегетативных и генеративных тканях исследуемых видов значительно уступал содержанию в них флаван-3,4 диолов.

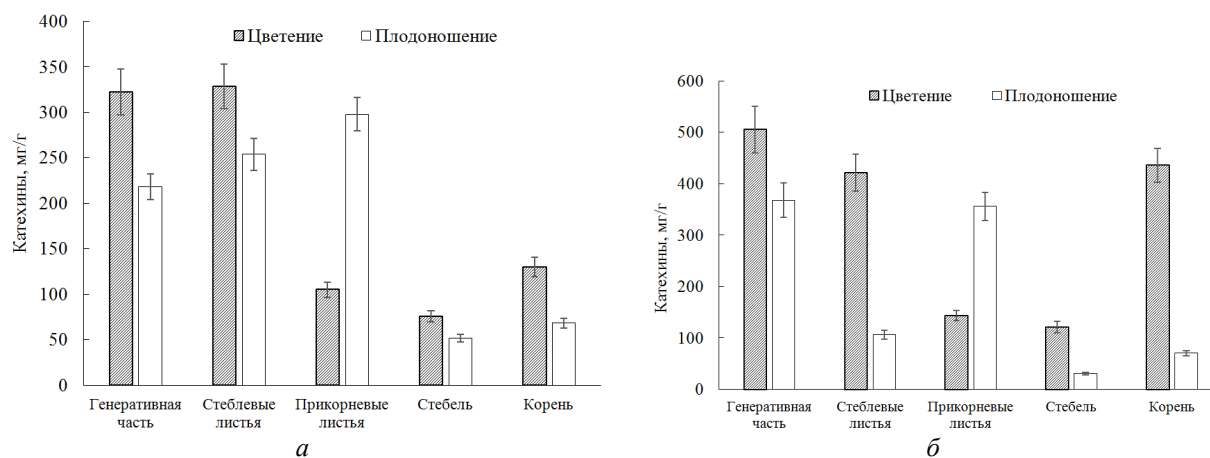


Рис. 2. Содержание катехинов в растениях *R. crispus* (а) и *R. obtusifolius* (б) в различные периоды вегетации

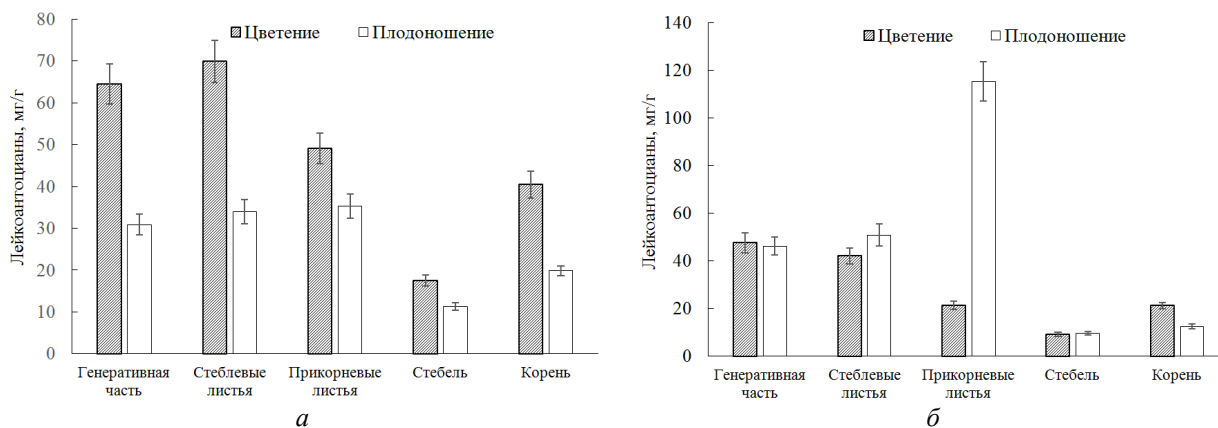


Рис. 3. Содержание лейкоантоцианов в растениях щавеля *R. crispus* (а) и *R. obtusifolius* (б) в различные периоды вегетации

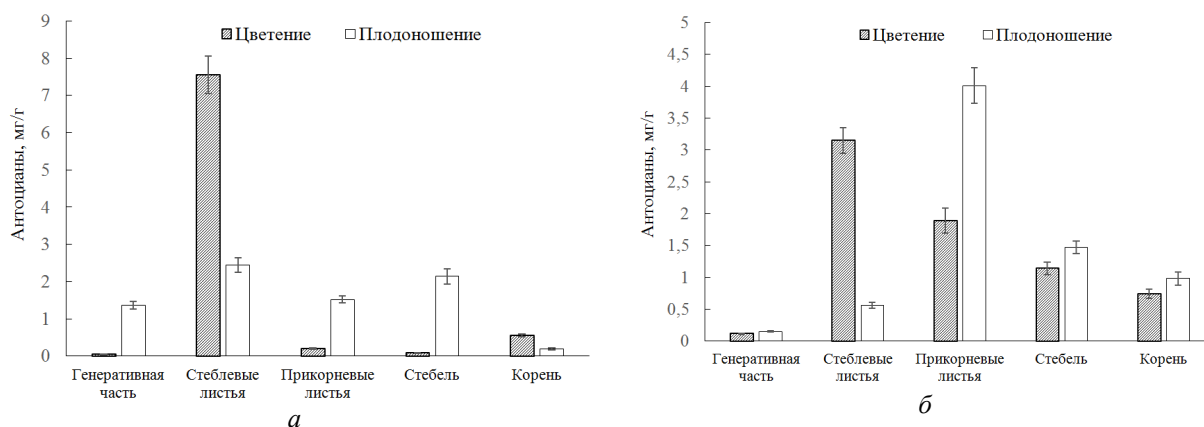


Рис. 4. Содержание антоцианов в растениях *R. crispus* (а) и *R. obtusifolius* (б) в различные периоды вегетации

Уровень катехинов в тканях *R. crispus* и *R. obtusifolius* значительно превышал содержание в них флаван-3,4-диолов. Более высокое содержание катехинов по сравнению с лейкоантоцианами может быть связано с преобразованием флаван-3-олов путем конденсации в дубильные вещества. Стоит отметить, что данные конденсированные формы соединений способны к накоплению в растительных тканях [2]. В более ранних исследованиях было показано, что на биосинтез катехинов в значительной мере влияют динамические факторы внешней среды, такие как температура и освещенность [2]. Анализ полученных данных о содержании различных групп фенольных соединений в тканях *R. crispus* и *R. obtusifolius* выявил наличие значимой корреляции между содержанием катехинов и лейкоантоцианов ( $r = 0,79-0,96$ ;  $P < 0,05$ ) вне зависимости от фазы вегетации растений. Высокая корреляционная связь была обнаружена между накоплением катехинов и полифенолов у *R. crispus* ( $r = 0,87-0,9$ ;  $P < 0,05$ ) и более слабая – у *R. obtusifolius* ( $r = 0,68-0,71$ ;  $P < 0,05$ ).

### Выводы

1. Высокий уровень фенольных соединений был выявлен в период цветения растений у обоих видов щавеля. Максимальное содержание полифенолов было отмечено у растений *R. crispus* в стеблевых листьях, а у растений *R. obtusifolius* – в корневой части. Катехинов у обоих видов – в стеблевых листьях и соцветиях. Максимальное содержание лейкоантоцианов и антоцианов в этот период наблюдалось в стеблевых листьях у *R. crispus*.

2. В стеблевых листьях и генеративных органах *R. crispus* выявлено более высокое содержание полифенолов по сравнению с *R. obtusifolius* и активное накопление лейкоантоцианов во всех тканях в период цветения.

3. У *R. obtusifolius* в корнях, листьях и соцветиях отмечалось высокое содержание катехинов в фазу цветения и активное накопление лейкоантоцианов в прикорневых листьях в период плодоношения.

4. Показан относительно низкий уровень накопления нефотосинтетических пигментов фенольной природы – антоцианов. Уровень антоцианов в вегетативных и генеративных тканях исследуемых видов щавеля значительно уступал содержанию в них флаван-3,4-диолов.

5. Уровень катехинов в тканях *R. crispus* и *R. obtusifolius* существенно превышал содержание в них флаван-3,4-диолов.

### Список литературы

1. Кхалед А.З., Журавлев Н.С. Количественное определение суммы флавоноидов в листьях некоторых видов рода *Rumex* L. // Провизор. 2001. №9. С. 35–36.
2. Федурев П.В., Чупахина Г.Н., Скрыпник Л.Н. Динамика накопления катехинов щавелем курчавым (*Rumex crispus* L.) – суперпродуцентом фенольных соединений проантоцианидинового ряда // Химия растительного сырья. 2011. №4. С. 205–208.
3. Евтефеев Ю.В., Зыкович С.Н. Исследование химического состава и питательности щавеля сорта «Румекс К-1» // Вестник Алтайского гос. аграрн. ун-та. 2011. №5. С. 76–80.
4. Vysochina G.I. Phenolic compounds in systematics and phylogeny of the family polygonaceae Juss. IV. genus *Rumex* L. // Turczaninowia. 2011. Vol. 14, N1. Pp. 120–126.
5. Масленников П.В., Чупахина Г.Н., Скрыпник Л.Н., Мальцева Е.Ю., Полтавская Р.Л. Содержание низкомолекулярных антиоксидантов в лекарственных растениях Калининградской области // Химия растительного сырья. 2012. №3. С. 127–133.
6. Мирзорохимов К.К., Икрами М.Б., Гиясов Т.ДЖ. Фенольные соединения некоторых растений семейства гречишных // Известия АН Республики Таджикистан. Отделение биологических и медицинских наук. 2013. №2. С. 49–52.
7. Isbilir S.S., Sagiroglu A. Total phenolic content, antiradical and antioxidant activities of wild and cultivated *Rumex acetosella* L. extracts // Biological Agriculture and Horticulture. 2013. Vol. 29(4). Pp. 219–226.
8. Куркин В.А., Зайцева Н.В., Авдеева Е.В., Рыжов В.М., Тарасенко Л.В. Анатомо-морфологическое исследование корней щавеля конского *Rumex confertus* Willd // Медицинский альманах. 2013. №1. С. 196–198.
9. Зайцева Н.В. Фармакогностическое исследование и стандартизация корней щавеля конского *Rumex confertus* Willd: дис. ... канд. фарм. наук. Самара, 2014. 140 с.
10. Мухитдинов Н.М., Музыкакина Р.А., Корулькин Д.Ю., Гемеджиева Н.Г., Аметов А.А., Курбатова Н.В., Абидулова К.Т. Состояние и перспективы изучения некоторых казахстанских видов семейства *Polygonaceae* Juss. // Вестник КазНУ. Серия биологическая. 2015. №1. С. 253–260.
11. Vasas A., Orbán-Gyapai O., Hohmann J. The Genus *Rumex*: Review of traditional uses, phytochemistry and pharmacology // Journal of Ethnopharmacology. 2015. Vol. 175. Pp. 198–228.
12. Shah A., Singh T., Vijayvergia R. In vitro antioxidant properties and total phenolic and flavonoid contents of *Rumex vesicaius* L. // International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences. 2015. Vol. 7(7). Pp. 81–84.
13. Alici E.H., Arabaci G. Determination of SOD, POD, PPO and cat enzyme activities in *Rumex obtusifolius* L. // Annual Research & Review in Biology. 2016. Vol. 11(3). Pp. 1–7.
14. Samancioglu A., Sat I.G., Yildirim E., Ercisli S., Jurikova T., Mlcek J. Total phenolic and vitamin C content and antiradical activity evaluation of traditionally consumed wild edible vegetables from Turkey // Indian Journal of Traditional Knowledge. 2016. Vol. 15(2). Pp. 208–213.
15. Масленников П.В., Чупахина Г.Н., Скрыпник Л.Н. Содержание фенольных соединений в лекарственных растениях Ботанического сада // Известия Российской академии наук. Серия биологическая. 2013. №5. С. 551–557.
16. Барияк И.Р., Исаева А.В. Антимутагенные и генопротекторные свойства препаратов растительного происхождения // Цитология и генетика. 1994. №3. С. 3–17.
17. Сайтембетова А.Ж., Адекенов С.М. Природные фенольные соединения – перспективный источник антиоксидантов. Алматы, 2001. 165 с.
18. Писарев Д.Н., Новиков О.О., Сорокопудов В.Н. и др. Химическое изучение биологически активных полифенолов некоторых сортов рябины обыкновенной *Sorbus aucuparia* // Науч. вед. Белгород. ун-та. Сер. Медицина. Фармация. 2010. №22. Вып. 12/2. С. 123–128.
19. Шафигулин Р.В., Егорова К.В., Буланова А.В. Сорбция катехинов в условиях обращенно-фазовой высокоэффективной жидкостной хроматографии // Журнал физической химии. 2010. Т. 84, №8. С. 1561–1567.
20. Мисин В.М., Сажина Н.Н., Завьялов А.Ю. Сезонная динамика изменения содержания антиоксидантов фенольного типа в листьях подорожника и одуванчика // Химия растительного сырья. 2010. №3. С. 103–106.
21. Сажина Н.Н., Мисин В.М. Измерение суммарного содержания фенольных соединений в различных частях лекарственных растений // Химия растительного сырья. 2011. №3. С. 149–152.
22. Gupta Ch., Verma R. Visual estimation and spectrophotometric determination of tannin content and antioxidant activity of three common vegetable // IJPSR. 2011. Vol. 2, N1. Pp. 175–182.
23. Чупахина Г.Н., Масленников П.В., Скрыпник Л.Н., Чупахина Н.Ю., Федурев П.В. Антиоксидантные свойства культурных растений Калининградской области: монография. Калининград, 2016. 145 с.

24. Высочина Г.И. Фенольные соединения в систематике и филогении семейства гречишных. Новосибирск, 2004. 240 с.
25. Тупицына Н.Н., Кашина Л.И. Сем. Polygonaceae – гречишные // Флора Сибири. Новосибирск, 1992. Т. 5. С. 87–135.
26. Нурсейтова М.К., Туракулов Б.Б., Мырхалыков Ж.У., Акилов Т.К. Исследование оптимальных условий экстракции дубильных веществ из корней конского щавеля // Дизайн и технологии. 2012. №32(74). С. 76–79.
27. Мирзорохимов К.К., Икрами М.Б., Рахимова Ф.А., Тураева Т.Н., Гулбекова Н.Б. Некоторые кинетические параметры процесса экстракции полифенольных соединений из растений // Наука и современность. 2011. №8–1. С. 34–38.

Поступило в редакцию 21 мая 2015 г.

После переработки 3 марта 2017 г.

*Feduraev P.V.\**, *Skrypnik L.N.*, *Maslennikov P.V.*, *Tchoupakhina G.N.*, *Tacenko N.A.* THE ACCUMULATION FEATURES OF PHENOLIC COMPOUNDS IN SOME SPECIES OF GENUS *RUMEX* L.

*Immanuel Kant Baltic Federal University, Universitetskaya str., 2, Kaliningrad, 236040,*  
*e-mail: pfeduraev@kantiana.ru*

One of the main tasks of modern pharmacognosy is the screening of novel natural sources of bioactive compounds with a view to discovering new drugs. Of particular interest are plants of the genus sorrel (*Rumex* L.), which are containing various phytochemical compounds and therefore have a wide range of biological and medicinal activities. The phenological features of accumulation of phenolic compounds (total phenolic compounds, catechins, leucoanthocyanins, and anthocyanins) by two dominant species of sorrel in meadow phytocenoses of Kaliningrad region: curly dock (*Rumex crispus* L.) and bitter dock (*Rumex obtusifolius* L.) were studied. The content of phenolic compounds in different plant parts (stem, stem and basal leaves, roots, and inflorescences) during flowering and fruiting by spectrophotometric method (Shimadzu UV3600, Japan) were investigated. The species characteristic in the accumulation of different phenolic compounds groups was identified. It was shown the maximal content of phenolic compounds in *R. crispus* and in *R. obtusifolius* was during flowering. The species specificity consisted in higher total phenolic compounds content in stem leaves and in reproductive organs and in higher anthocyanins content in the all investigated parts of *R. crispus* compared with *R. obtusifolius*. The maximal content of polyphenols in roots and high level of catechins in roots, leaves and in inflorescences by *R. obtusifolius* were during flowering. The biological feature of this species consists in active accumulation of leucoanthocyanins in the basal leaves during fruiting. It was shown relatively low level of accumulation of non-photosynthetic pigments of phenolic nature – anthocyanins. The level of anthocyanins in vegetative and reproductive organs of studied sorrel species was lower as level of flavan-3,4-diols. The level of catechins in the tissues of *R. crispus* and *R. obtusifolius* was significantly higher than the content of flavan-3,4-diols.

*Keywords:* catechins, leucoanthocyanins, anthocyanins, total phenolic compounds, ontogeny, *Rumex crispus* L., *Rumex obtusifolius* L.

---

\* Corresponding author.

**References**

1. Kkhaled A.Z., Zhuravlev N.S. *Provizor*, 2001, no. 9, pp. 35–36. (in Russ.).
2. Feduraev P.V., Chupakhina G.N., Skrypnik L.N. *Khimiia rastitel'nogo syr'ia*, 2011, no. 4, pp. 205–208. (in Russ.).
3. Evtfeev Iu.V., Zykovich S.N. *Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2011, no. 5, pp. 76–80. (in Russ.).
4. Vysochina G.I. *Turczaninowia*, 2011, vol. 14, no. 1, pp. 120–126.
5. Maslennikov P.V., Chupakhina G.N., Skrypnik L.N., Mal'tseva E.Iu., Poltavskaiia R.L. *Khimiia rastitel'nogo syr'ia*, 2012, no. 3, pp. 127–133. (in Russ.).
6. Mirzorakhimov K.K., Ikrami M.B., Giiiasov T.DZh. *Izvestiia AN Respubliki Tadzhikistan. Otdelenie biologi-cheskikh i meditsinskikh nauk*, 2013, no. 2, pp. 49–52. (in Russ.).
7. Isbilir S.S., Sagiroglu A. *Biological Agriculture and Horticulture*, 2013, vol. 29(4), pp. 219–226.
8. Kurkin V.A., Zaitseva N.V., Avdeeva E.V., Ryzhov V.M., Tarasenko L.V. *Meditinskii al'manakh*, 2013, no. 1, pp. 196–198. (in Russ.).
9. Zaitseva N.V. *Farmakognosticheskoe issledovanie i standartizatsiia kornei shchavelia konskogo Rumex confertus Willd: dis. ...kand. farm. nauk*. [Pharmacognostic research and standardization of roots of sorrel horse Rumex confertus Willd: the dissertation of the candidate of pharmaceutical sciences]. Samara, 2014, 140 p. (in Russ.).
10. Mukhitdinov N.M., Muzychkina R.A., Korul'kin D.Iu., Gemedzhieva N.G., Ametov A.A., Kurbatova N.V., Abidkulova K.T. *Vestnik KazNU. Serii biologicheskaiia*, 2015, no. 1, pp. 253–260. (in Russ.).
11. Vasas A., Orbán-Gyapai O., Hohmann J. *Journal of Ethnopharmacology*, 2015, vol. 175, pp. 198–228.
12. Shah A., Singh T., Vijayvergia R. *International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences*, 2015, vol. 7(7), pp. 81–84.
13. Alici E.H., Arabaci G. *Annual Research & Review in Biology*, 2016, vol. 11(3), pp. 1–7.
14. Samancioglu A., Sat I.G., Yildirim E., Ercisli S., Jurikova T., Mlcek J. *Indian Journal of Traditional Knowledge*, 2016, vol. 15(2), pp. 208–213.
15. Maslennikov P.V., Chupakhina G.N., Skrypnik L.N. *Izvestiia Rossiiskoi akademii nauk. Serii biologicheskaiia*, 2013, no. 5, pp. 551–557. (in Russ.).
16. Bariliak I.R., Isaeva A.V. *Tsitologii i genetika*, 1994, no. 3, pp. 3–17. (in Russ.).
17. Saitembetova A.Zh., Adekenov S.M. *Prirodnye fenol'nye soedineniia – perspektivnyi istochnik antioksidantov*, [Natural phenolic compounds are a promising source of antioxidants]. Almaty, 2001, 165 p. (in Russ.).
18. Pisarev D.N., Novikov O.O., Sorokopudov V.N. et al. *Nauchnye vedomosti Belgorodskogo universiteta. Ser. Meditsina. Farmatsiia*, 2010, no. 22, issue 12/2, pp. 123–128. (in Russ.).
19. Shafigulin R.V., Egorova K.V., Bulanova A.V. *Zhurnal fizicheskoi khimii*, 2010, vol. 84, no. 8, pp. 1561–1567. (in Russ.).
20. Misin V.M., Sazhina N.N., Zav'ialov A.Iu. *Khimiia rastitel'nogo syr'ia*, 2010, no. 3, pp. 103–106. (in Russ.).
21. Sazhina N.N., Misin V.M. *Khimiia rastitel'nogo syr'ia*, 2011, no. 3, pp. 149–152. (in Russ.).
22. Gupta Ch., Verma R. *IJPSR*, 2011, vol. 2, no. 1, ppp. 175–182.
23. Chupakhina G.N., Maslennikov P.V., Skrypnik L.N., Chupakhina N.Iu., Feduraev P.V. *Antioxidantnye svoistva kul'turnykh rastenii Kaliningradskoi oblasti: monografiia*. [Antioxidant properties of cultural plants in the Kaliningrad region: monograph]. Kaliningrad, 2016, 145 p. (in Russ.).
24. Vysochina G.I. *Fenol'nye soedineniia v sistematike i filogenii semeistva grechishnykh*. [Phenolic compounds in the taxonomy and phylogeny of the buckwheat family]. Novosibirsk, 2004, 240 p. (in Russ.).
25. Tupitsyna N.N., Kashina L.I. *Flora Sibiri*. [Flora of Siberia]. Novosibirsk, 1992, vol. 5, pp. 87–135. (in Russ.).
26. Nurseitova M.K., Turakulov B.B., Myrkhal'kov Zh.U., Akilov T.K. *Dizain i tekhnologii*, 2012, no. 32(74), pp. 76–79. (in Russ.).
27. Mirzorakhimov K.K., Ikrami M.B., Rakhimova F.A., Turaeva T.N., Gulbekova N.B. *Nauka i sovremennost'*, 2011, no. 8-1, pp. 34–38. (in Russ.).

Received May 21, 2015

Revised March 3, 2017