

УДК 582.573.81:581.134.6

## БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫЕ И ЗАПАСНЫЕ ВЕЩЕСТВА В ВЕГЕТАТИВНЫХ ОРГАНАХ *HEMEROCALLIS HYBRIDA* СОРТА VAMBERY CRISMAS

© Л.Л. Седельникова\*, Т.А. Кукушкина

Центральный сибирский ботанический сад СО РАН, ул. Золотодолинская,  
101, Новосибирск, 630090 (Россия), e-mail: lusedelnikova@yandex.ru

В условиях лесостепной зоны Западной Сибири впервые проведено сравнительное исследование содержания вторичных метаболитов, таких как пектины, протопектины, катехины, флавонолы, сахара, крахмал, сапонины, аскорбиновая кислота в вегетативных органах *Hemerocallis hybrida* сорта Vambery Crismas. Получены сравнительные результаты количественного состава запасных и биологически активных веществ в листьях и корневищах в течение трех вегетационных периодов 2017–2019 гг. Установлена динамика накопления данных веществ относительно фенологических фаз развития растений сорта Vambery Crismas. Показано, что наибольшие концентрации пектина в корневищах наблюдаются во все годы исследования в июле в период цветения (5.26–8.66%). В листьях высокие показания пектина отмечены в разные фенофазы развития растений: в 2017 г. в период вегетации (0.95%), в 2018 г. в период цветения (1.59%), в 2019 г. в период плодоношения (1,27%). Выявлено максимальное значение флавонолов в листьях (2.2%) в период плодоношения растений. Содержание сапонинов в листьях соответствовало 12.96–32.81%, в корневищах 7.79–53.26% в разные годы сезонного развития и фенофазы. Концентрация катехинов в листьях в 2–10 раз больше, чем в корневищах. Установлено высокое содержание аскорбиновой кислоты в листьях (104.7–120.2 мг%). Отмечено, что накопление крахмала в подземных органах растений увеличивалось к предзимью в 1,5 раза по сравнению с весенне-летним периодом и составляло 27.8–48.4%. Анализ показал, что содержание сахаров в листьях отличалось в зависимости от года вегетации, но его в 2–8 раз больше по сравнению с корневищами. Показания вторичных метаболитов в органах Vambery Crismas отличаются специфичностью, зависят от вегетационных периодов и фенологических фаз развития растений данного сорта.

*Ключевые слова:* *Hemerocallis hybrida*, сорт Vambery Crismas, лист, корневище, крахмал, сахара, пектины, протопектины, сапонины, катехины, флавонолы, аскорбиновая кислота, Западная Сибирь.

*Работа выполнена в рамках государственного задания Центрального сибирского ботанического сада СО РАН по проекту № АААА-А21-121011290025-2 «Анализ биоразнообразия, сохранения и восстановления редких и ресурсных видов растений с использованием экспериментальных методов».*

### Введение

Биологически активные и запасные вещества оказывают существенное влияние на особенности формирования вегетативно-генеративных органов и их зимостойкость. Динамика распределения вторичных метаболитов в вегетативных органах декоративных растений изучена еще недостаточно, что особенно актуально при возделывании их в Западной Сибири, регионе с резко континентальным климатом. Среди них сортовое разнообразие *Hemerocallis hybrida* hort. – лилейника гибридного, который имеет коротко-корневищную биоморфу, длительно весенне-летне-осенний феноритмотип [1]. Многофункциональная адаптация вегетативных органов лилейника происходит на морфологическом, анатомическом, физиологическом и биохимическом уровнях, способствует активной жизнедеятельности культиваров в конкретных условиях их возделывания и отбору перспективных сортов в различных регионах России [2–4]. Известно, что дикорастущие виды

Седельникова Людмила Леонидовна – доктор биологических наук, старший научный сотрудник, e-mail: lusedelnikova@yandex.ru  
Кукушкина Татьяна Абдухаировна – старший научный сотрудник, e-mail: kukushkina-phyto@yandex.ru

лилейника не только декоративны, но их выращивают в ряде стран Юго-Восточной Азии, особенно в Китае, Монголии и Тибете, как пищевые и лекарственные растения. Они нашли применение в офи-

\* Автор, с которым следует вести переписку.

циальной и народной медицине при лечении опухолей, гепатита, ревматизма, дизурии, болезней печени и желчного пузыря, органов пищеварения. Цветки и листья народы Востока используют в пищу [5]. В листьях обнаружены сердечные гликозиды, витамин С, флавоноиды (кверцетин, кемпферол), в корневищах имеются ароматические соединения (хемерокаллин), в цветках – эфирное масло [2, 6]. В связи с остро вставшей проблемой рационального использования биологических ресурсов были направлены исследования на изучение биохимических особенностей природных видов *Hemerocallis* [2, 3, 7–9]. Однако в последнее десятилетие возрос интерес зарубежных и отечественных исследователей к изучению макро- и микроэлементов, аминокислот, антиоксидантных гликозидов, полисахаридов и хлорогеновых кислот у сортов лилейника и известно их содержание у таких сортов, как Summer Pride, Pice Sea, Stella De Oro, Speak to me и Regal Air [4, 8, 10–14]. Обнаруженные в лилейниках такие вещества способствуют антиоксидантному воздействию на мутагенную активность, противовоспалительному и антибактериальному эффекту и, несомненно, свидетельствуют о возможности использования сырья в фармакологической сфере. Содержание метаболитов основных групп веществ в листьях и корневищах *Hemerocallis hybrida* позволит дифференцированно подойти к более широкому практическому использованию культиваров и заготовке сырья в весенний или предзимний периоды. Сравнительные данные об особенностях накопления в разных органах запасных и биологически активных веществ у сорта Vambery Crismas в течение сезонного развития в условиях Новосибирской области отсутствуют, что обуславливает актуальность и новизну данной работы.

Цель исследования – определение содержания запасных и биологически активных веществ в листьях и корневищах *Hemerocallis hybrida* сорта Vambery Crismas при культивировании в лесостепной зоне Западной Сибири Новосибирской области.

### **Экспериментальная часть**

Работа проведена в Центральном сибирском ботаническом саду СО РАН (Новосибирск). Объектом исследования послужили образцы растений *Hemerocallis hybrida* hort. сорта Vambery Crismas (рис. 1а, б) биоресурсной научной коллекции ЦСБС СО РАН «Коллекции живых растений в открытом и закрытом грунте», УНУ № USU 440534. Сбор сырья проводили в 2017–2019 гг. на экспериментальном участке лаборатории интродукции декоративных растений, расположенном в юго-восточном районе Приобского округа лесостепной климатической провинции Новосибирской области вблизи п. Кирово. По гидротермическим условиям 2018 г. отличался избыточно увлажненным прохладным вегетационным периодом, с холодной ранней весной, 2017 и 2019 г. – недостаточно увлажненным теплым, засушливым периодом. В работе использовали вегетативные органы (листья, корневища с корнями) растений средневозрастного генеративного состояния. Для количественного определения пектиновых веществ (пектины, протопектины), фенольных соединений (катехины, флавонолы), запасных веществ (сахара, крахмал,) сапонинов, аскорбиновой кислоты использовали свежесобранное сырье. Пробы для анализа (навески 5–10 г) брали в соответствии с фенофазами развития растений в течение вегетационных периодов: 2–3 июня – вегетация; 1–22 июля – цветение; 2–18 сентября – осенняя вегетация, плодоношение.

Количественное определение флавонолов проводили спектрофотометрически по методу В.В. Беликова и М.С. Шрайбер [15], в котором использована реакция комплексообразования флавонолов с хлоридом алюминия. Плотность раствора измеряли на спектрофотометре при длине волны 415 нм. Концентрацию флавонолов определяли по калибровочному графику, построенному по рутину. Содержание крахмала определяли методом кислотного гидролиза [16]. При определении количественного содержания сапонинов весовым методом (сырой сапонин) измельченные образцы экстрагировали хлороформом в аппарате Сокслета для извлечения липидов, смол и др. Образцы высушивали и экстрагировали на водяной бане при 70 °С 30 мин последовательно 50, 60 и 96%-ым этанолом. Объединенный экстракт упаривали до отсутствия запаха спирта и добавляли семикратный объем ацетона. Осадок через 18 ч отфильтровывали, высушивали при 70 °С и взвешивали [17]. Качественными реакциями на сапонины служили: 1) пенообразование, равное по объему и стойкости при встряхивании экстракта с кислым и щелочным раствором; 2) при добавлении ацетона к экстракту выпадает белый хлопьевидный осадок, что указывает на присутствие тритерпеновых сапонинов в образцах.

Пектиновые вещества (пектины и протопектины) определяли бескарбазольным спектрофотометрическим методом, основанном на появлении специфического желто-оранжевого окрашивания уроновых кислот с тимолом в сернокислой среде, освобождаясь прежде от сахаров, мешающих определению пектинов, 3-

кратным экстрагированием навесок 80–82%-ым этиловым спиртом. Плотность окрашенных растворов измеряли на спектрофотометре Agilent 8453 (США) при длине волны 480 нм в кювете с рабочей длиной 10 мм. Количественное содержание пектиновых веществ определяли по калибровочной кривой, построенной по галактуроновой кислоте [18, 19]. Для определения количественного содержания сахаров использовали метод А.С. Швецова и Э.Х. Лукьяненко, основанный на восстановлении феррицианида калия редуцирующими сахарами в щелочной среде до ферроцианида. Количество сахаров определяли по калибровочному графику, построенному по глюкозе [18]. Титриметрический метод определения аскорбиновой кислоты основан на ее редуцирующих свойствах. Раствор 2,6-дихлорфенилиндофенола синей окраски восстанавливается в бесцветную экстрактами растений, содержащих аскорбиновую кислоту при титровании. Тщательно измельченную навеску (3–5 г) экстрагировали (растирая в ступке) 5 мин 1% раствором соляной кислоты, добавляя 1% раствор щавелевой кислоты, которая улучшает стойкость аскорбиновой кислоты в экстракте [17]. Катехины определяли спектрофотометрическим методом (Agilent 8453, США), основанном на их способности давать малиновое окрашивание с раствором ванилина в концентрированной соляной кислоте. В контроле испытуемый раствор был с соляной кислотой. Плотность раствора измеряли при длине волны 504 нм. Пересчетный коэффициент рассчитан по ( $\pm$ )-катехину «Sigma» С-1788 (США) [20]. Все биохимические показатели, кроме аскорбиновой кислоты, рассчитаны на массу абсолютно сухого сырья. Определения проводили в трехкратной повторности, с вычислением  $M \pm m$  по программе Statistica 6.1 и Microsoft Office Excel 2007.

### Обсуждение результатов

Многолетние наблюдения за ростом и развитием сорта Vambery Crismas показали, что этот сорт среднего срока цветения цветет в разные годы вегетации в условиях Новосибирска с 1 июля по 30 августа, на 72–83 день от отрастания при сумме положительных температур  $>1200$ – $1284$  °С. Растения хорошо развиваются, имеют высоту от 94 до 138 см. За период вегетации формируют 5–6 вегетативных побегов и 2–9 генеративных (табл. 1). Листья линейные, прикорневые, их длина составляет 60–75 см, ширина 2.5–3.0 см. Корневище имеет сильно укороченные годовичные междоузлия, с придаточной корневой системой, которая образована тремя типами корней: длинными питающими, шнуровидной формы, размером 15–25 см, запасными с утолщенными шишковидными образованиями (корневые шишки), размером 3.5–7.0 см и короткими всасывающими, размером 4.0–8.0 см (рис. 1 б).

Из запасных веществ определено содержание крахмала и сахаров, которые играют большую роль в морозостойкости интродуцируемых растений. Крахмал у *H. hybrida* содержится только в подземных органах вегетативного размножения, корневищах и корнях. Установлено, что за период исследования накопление крахмала увеличивалось к преддимию в 1.5 раза по сравнению с весенне-летним периодом (рис. 2) и составляло 27.8–48.4%. Анализ показал, что показания содержания сахаров в листьях отличалось в зависимости от года вегетации. В 2017 и 2019 г. наибольшего значения оно достигало в период ранне-летней вегетации, соответственно, 19.3 и 18.8%, в 2014 г. в период цветения (20.4%). К осени наблюдали в 1.5–1.7 раза уменьшение содержания сахаров в листьях по сравнению с летним периодом вегетации. В корневищах содержание сахаров в годы наблюдений было в 2–8 раз меньше по сравнению с листьями. Отмечено, что сахаров в корневищах в 2–3 раза больше в июне-июле, к сентябрю оно уменьшалось и составляло 2.6–6.3%.



а



б

Рис. 1. Сорт Vambery Crismas в период цветения (а) и формирования подземных органов (б)

Таблица 1. Сезонное развитие и морфометрические показатели ( $M \pm m$ ) сорта Vambery Crismas в Новосибирске за 2017–2019 гг.

Год	Отрастание	Цветение	Высота, см	Длина корней, см	Число побегов, шт.
2017	15.05–19.05	09.07–21.08	94±1.43	15±0.56	2–3
2018	6.05–10.05	22.07–30.08	116±0.81	20±1.17	5–6
2019	20.04–30.04	01.07–15.08	138±0.58	25±2.03	8–9

Исследование биологически активных веществ – катехинов, сапонинов, пектиновых веществ в надземных и подземных органах *H. hybrida* сорта Vambery Crismas в течение трех вегетационных периодов позволило выявить их содержание в разные фенологические фазы развития растений, представленные в таблице 2. В надземных и подземных органах данного сорта фенольные соединения представлены катехинами. Известно, что эта группа метаболитов имеет значение для профилактики и лечения различных заболеваний благодаря антиоксидантной, противовоспалительной и противовирусной активности. Содержание катехинов в подземных органах *H. hybrida* сорта Vambery Crismas составляло от 0.08 до 0.34% в разные годы вегетации. Однако в 2018–2019 гг. количество катехинов в корневищах растений в 1.3–2 раза больше в сентябре по сравнению с июнем. В 2017 г., наоборот, их содержание в корневищах было в 1.5 раза больше в начале июня. В листьях в июне количество катехинов в 1.5 раза выше, чем в сентябре, наибольшим значением 0.89%. В целом, содержание катехинов в листьях растений сорта Vambery Crismas в разные годы вегетации было в 2–10 раз больше, чем в корневищах.

Флавонолы из группы фенольных соединений накапливаются только в надземных органах растений. Их количество в разные годы отличалось неоднозначностью. Так, в недостаточно увлажненный слабозасушливый период вегетации 2017 и 2019 г. отмечено понижение в 1.2–1.5 раза содержания флавонолов в листьях в сентябре. Тогда как их максимальное значение достигало 2.2% в период плодоношения ко второй декаде сентября в 2018 г. (рис. 3).

Известно, что пектиновые вещества (пектины и протопектины) как основные структурно-функциональные компоненты растений положительно влияют на антиканцерогенное и гастропротективное действие. Установлено, что в корневищах содержание пектинов выше, чем в листьях, причем в 2017 г. – в 1.5–10.8, в 2018 г. – в 4.1–4.6, в 2019 г. – в 3.2–7.4 раза. Наибольшие концентрации пектина наблюдали в корневищах во все годы исследования в июле в период цветения (5.26–8.66%). Относительно листьев высокие показания пектина отмечены в разные фенофазы развития растений: в 2017 г. – в период вегетации (0.95%), в 2018 г. – в период цветения (1.59%), в 2019 г. – в период плодоношения (1.27%). Причем высокие показания пектинов в листьях и корневищах выражены в 2018 г., который отличался избыточно увлажненным периодом вегетации. При анализе содержания протопектинов в вегетативных органах *H. hybrida* сорта Vambery Crismas в разные годы и периоды вегетации установлено, что в 2017 г. их было в 1.5 раза больше в листьях, чем в корневищах, с накоплением к осени, где их количество наибольшее (2.94%). В 2018–2019 гг. установлено увеличение их концентрации в 1.5 раза в корневищах по сравнению с листьями. Максимальное содержание протопектинов в корневищах объекта исследования, а именно 6.53–6.61%, наблюдали в июне-июле, тогда как в листьях данный показатель достигает наибольшей концентрации: 3.94–4.53% в эти же фенофазы развития в избыточно увлажненном сезонном периоде в 2018 г. (табл. 2).

Содержание сапонинов в различные годы вегетации в листьях и корневищах растений *H. hybrida* сорта Vambery Crismas отличалось неоднозначностью. Так, засушливый период вегетации 2019 г. способствовал замедленному синтезу сапонинов, и в этом году их количество было в надземных органах (12.96–28.68%) и подземных (7.79–45.03%) с минимальным значением в июле и максимальным в сентябре, в 2017 г., наблюдали максимальную концентрацию в листьях (30.45%) и корневищах (53.26%) в июне. Тогда как в избыточно увлажненном вегетационном периоде 2018 г. наибольшая концентрация сапонинов отмечена в июле в листьях (32.81) и в сентябре в корневищах (43.55%).

Установлено, что наиболее богаты аскорбиновой кислотой листья растений сорта Vambery Crismas в период начала плодоношения в первой декаде сентября. Причем ее высокие показания наблюдали в 2017–2018 гг. (104.7–120.2 мг%), что в 2 раза выше показаний по сравнению с 2019 г. (рис. 4). Содержание аскорбиновой кислоты в корневищах объекта исследования было незначительно (6.58–17.78 мг%), однако оно увеличивалось в 2.5 раза к предзимью. Причем во все годы наблюдения в листьях показания аскорбиновой кислоты были в 3.4–7 раз выше по сравнению с корневищами.

Рис. 2. Гистограмма содержания крахмала в подземных органах *Heimerocallis hybrida* сорта Vambery Crismas

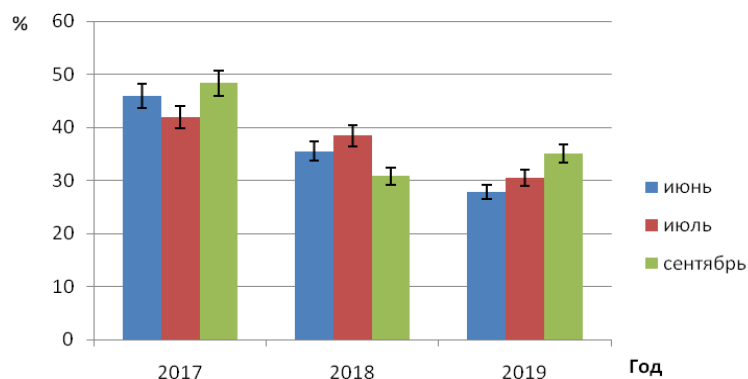


Таблица 2. Средние показатели (M±m) содержания запасных и биологически активных веществ (%) в листьях и корневищах сорта Vambery Crismas в условиях Новосибирска за 2017–2019 гг.

Вещества	Сахара	Пектины	Протопектины	Сапонины	Катехины
Дата сбора фенофаза	2017 г.				
(03.VI) вегетация	$19.29^{*} \pm 0.006$ 9.61±0.014	$0.95 \pm 0.003$ 1.50±0.005	$3.84 \pm 0.017$ 2.52±0.012	$30.45 \pm 0.012$ 53.26±0.008	$0.83 \pm 0.003$ 0.20±0.001
(22.VII) цветение	$13.80 \pm 0.130$ 5.05±0.021	$0.49 \pm 0.002$ 5.26±0.011	$3.68 \pm 0.014$ 2.51±0.004	$5.22 \pm 0.033$ 40.81±0.005	$0.54 \pm 0.003$ 0.08±0.001
(04.IX) плодоношение	$11.60 \pm 0.014$ 4.37±0.020	$0.32 \pm 0.001$ 1.86±0.004	$2.94 \pm 0.012$ 1.70±0.004	$18.31 \pm 0.004$ 40.63±0.	$0.48 \pm 0.005$ 0.14±0.004
Дата сбора	2018 г.				
(03.VI) вегетация	$17.04 \pm 0.015$ 7.66±0.021	$1.43 \pm 0.004$ 6.61±0.006	$4.53 \pm 0.013$ 5.99±0.015	$43.02 \pm 0.016$ 15.95±0.004	$0.81 \pm 0.003$ 0.11±0.001
(14.VII) цветение	$20.41 \pm 0.007$ 7.16±0.002	$1.59 \pm 0.004$ 6.53±0.005	$3.94 \pm 0.005$ 5.48±0.004	$32.81 \pm 0.011$ 34.74±0.010	$0.70 \pm 0.002$ 0.17±0.001
(18.IX) плодоношение	$13.20 \pm 0.005$ 6.27±0.002	$0.71 \pm 0.002$ 6.50±0.005	$3.45 \pm 0.003$ 5.32±0.005	$13.27 \pm 0.004$ 43.55±0.011	$0.73 \pm 0.003$ 0.36±0.004
Дата сбора	2019 г.				
(02.VI) вегетация	$18.77 \pm 0.006$ 9.32±0.014	$0.61 \pm 0.004$ 4.55±0.011	$1.97 \pm 0.003$ 4.13±0.004	$20.69 \pm 0.011$ 42.30±0.005	$0.70 \pm 0.002$ 0.25±0.004
(01.VII) цветение	$17.56 \pm 0.012$ 3.24±0.004	$0.85 \pm 0.004$ 4.67±0.005	$4.17 \pm 0.004$ 4.89±0.003	$12.96 \pm 0.008$ 7.79±0.005	$0.87 \pm 0.005$ 0.17±0.001
(04.IX) плодоношение	$17.20 \pm 0.011$ 2.61±0.004	$1.27 \pm 0.00$ 4.16±0.005	$3.85 \pm 0.004$ 2.17±0.004	$16.15 \pm 0.004$ 23.95±0.012	$1.26 \pm 0.005$ 0.34±0.006

\* в числителе показатель для листьев, в знаменателе для корневищ.

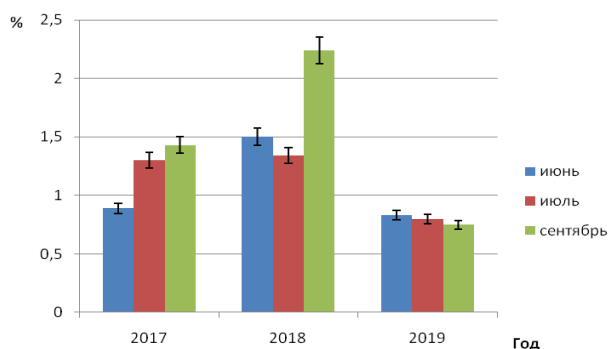


Рис. 3. Гистограмма распределения флавонолов в листьях *Heimerocallis hybrida* сорта Vambery Crismas

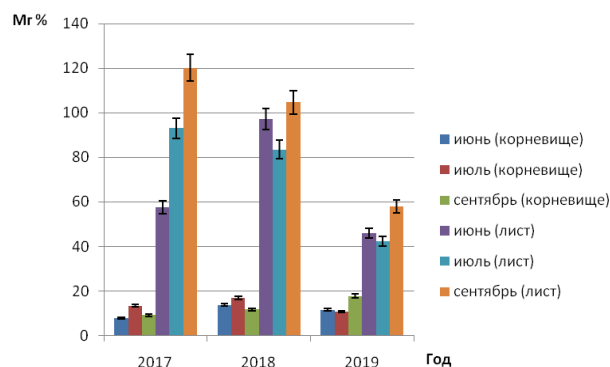


Рис. 4. Сравнительное содержание аскорбиновой кислоты в корневищах и листьях *Heimerocallis hybrida* сорта Vambery Crismas

Сравнительный анализ запасных и биологически активных веществ в вегетативных органах *Heimerocallis hybrida* сорта Vambery Crismas при культивировании в условиях лесостепной зоны Новосибирской области показал, что их содержание изменяется, как в течение одного сезонного развития, так и в течение трех лет в разные вегетационные периоды, и связано с гидро- и теплообеспеченностью 2017–2019 гг. Установлено, что синтез пектинов, протопектинов, сапонинов, аскорбиновой кислоты усиливается во влажные вегетационные периоды 2018 г. в надземных и подземных органах в разные фазы развития. В эти годы максимальное содержание протопектинов и сапонинов обнаружено в листьях и корневищах в период вегетации и цветения. Во все годы исследования содержание пектинов в корневищах выше, чем в листьях, у которых концентрация изменчива в разные годы и фазы развития. Однако содержание пектинов было в 2–8 раз меньше, по сравнению с протопектинами в вегетативных органах растений. Показания аскорбиновой кислоты относительно соотношения к органам растений стабильно и всегда выше в листьях, чем в корнях и корневищах, однако прослеживается ее увеличение к предзимью. Содержание катехинов отличаются неоднозначным накоплением в органах данного сорта и их максимальное значение отмечено в сухой вегетационный период 2017 г. в июле и 2019 г. в сентябре. Катехины отличались незначительным содержанием в подземных органах и имели относительно стабильное значение (0.08–0.34%) и накапливались в 1.3–2 раза больше к предзимью. В листьях их содержание в 3.4–8 раз больше по сравнению с корневищами, с наибольшим количеством в июне. Флавонолам отводится большая роль в метаболизме растений, как одному из факторов экологической пластичности и адаптивной изменчивости к условиям среды. Количество флавонолов в листьях было стабильно, с наибольшим значением (2.2%) в период плодоношения (сентябрь) во все годы исследования.

Запасные вещества в виде сахаров и крахмала играют жизнеобеспечивающую роль в устойчивости растений в экстремальных условиях лесостепной зоны Западной Сибири, с продолжительным зимнем периодом (5–6 месяцев), резкими перепадами среднесуточных температур в весенне-осенний период. Количественное содержание крахмала в корневищах (30–49%) увеличивалось в 2 раза к осеннему предзимью, обеспечивая морозоустойчивость растений в период перезимовки во все годы наблюдения. Однако накопление сахаров в листьях в 2–5 раз выше, чем в корневищах, за все годы исследования. В целом, количественное содержание фитохимического состава в листьях и корневищах *H. hybrida* сорта Vambery Crismas обусловлено рядом особенностей сезонного развития, метеорологическими факторами и проявляется как результат адаптации этого сорта в условиях культивирования и в 2–3 раза выше по сравнению с дикорастущими видами *H. minor* Mill., *H. fulva* L., *H. citrine* Baroni, *H. middendorffii* Trautv. et Mey., культивируемые в Новосибирской области [7, 9].

### Выводы

1. В подземных органах *H. hybrida* сорта Vambery Crismas содержание катехинов составляло от 0.08 до 0.34%; в корневищах и листьях протопектинов в 2–8 раз больше по сравнению с пектинами; высокое содержание аскорбиновой кислоты отмечено в листьях в период начала плодоношения (104.7–120.2 мг%), в них же количество флавонолов отличалось стабильностью, с наибольшим значением (2.2%) в период плодоношения; максимальная концентрация сапонинов установлена в листьях (30.45%) и корневищах (53.26%) в период весенне-летней вегетации.

2. Накопление крахмала в корневищах увеличивалось к предзимью в 1.5 раза по сравнению с весенне-летним периодом и составляло 27.8–48.4%, а содержание сахаров было в 2–8 раз меньше по сравнению с листьями.

3. Надземные органы богаты витамином С, сахарами, флавонолами, протопектинами, катехинами, сапонинами, подземные – крахмалом, сапонинами, протопектинами, пектинами. Сырье с июля по сентябрь месяцы возможно использовать для фитотерапевтических сборов.

### Список литературы

1. Седельникова Л.Л. Генетические ресурсы Красодневоых (*Heimerocallidaceae*) при интродукции в Западной Сибири // Вестник КГАУ. 2017. №10. С. 114–120.
2. Жапова О.И. Эколого-фитоценотическая приуроченность *Heimerocallis minor* Miller и накопление в нем биологически активных веществ (Забайкалье): автореф. дис. ... канд. биол. наук. Чита, 2006. 19 с.

3. Реут А.А. Содержание биологически активных веществ в интродуцированных представителях рода *Hemerocallis* L. // Известия Федерального научного центра овощеводства. 2019. №1. С. 93–96.
4. Чупарина Е.В., Мартынов А.М., Жапова О.М. Рентгенофлуоресцентный анализ лекарственных растений Восточной Сибири // Сибирский медицинский журнал. 2008. №3. С. 98–99.
5. Цицилин А.Н. Лекарственные растения на даче и вокруг нас: полная энциклопедия. М., 2014. 336 с.
6. Лекарственные растения Сибири для лечения сердечно-сосудистых заболеваний. Новосибирск, 1991. 260 с.
7. Седельникова Л.Л., Кукушкина Т.А. Содержание некоторых групп соединений у *Hemerocallis minor* в условиях интродукции // Химия растительного сырья. 2014. №1. С. 177–183. DOI: 10.14258/jcprgm.1401177.
8. Марчишин С.М., Заричанская Е.В., Гарнык М.С., Ющенко Т.И. Исследование углеводов подземных органов лилейника буро-желтого (*Hemerocallis fulva* L.) и лилейника гибридного (*Hemerocallis hybrida* var. "Stella De Oro") // Медицина и образование в Сибири. 2015. №6. С. 46–55.
9. Седельникова Л.Л., Кукушкина Т.А., Челтыгмашева Л.Р. Сравнительное изучение содержания запасных и биологически активных веществ в вегетативных органах некоторых видов рода *Hemerocallis* L. // Вестник ВорГГАУ. 2018. Т. 11. №2 (57). С. 20–27. DOI: 10.17238/issn2071-2243.2018.2.20.
10. Седельникова Л.Л., Чанкина О.В. Элементный состав вегетативных органов сортов Regal Air и Speak to me *Hemerocallis hybrida* // Химия растительного сырья. 2020. №1. С. 245–250. DOI: 10.14258/jcprgm.20200014612.
11. Cichewicz R.H., Nai M.G. Isolation and characterization of stelladerol, a new antioxidant naphthalene glycoside, and other antioxidant glycosides from edible Daylily (*Hemerocallis*) Flowers // J. Agric. Food Chem. 2002. Vol. 50. Pp. 87–91.
12. Chuparina E.V., Aiskeva T.S. Determination of heavy metal levels in medicinal plant *Hemerocallis minor* Miller by x-ray fluorescence spectrometry // Environ. Chem. Letters. 2011. Vol. 9. N1. Pp. 19–23. DOI: 10.1007/s10311-009-0240-z.
13. Clifford M.N., Wu W., Kuhnert N. The chlorogenic acids of *Hemerocallis* // Food Chem. 2006. Vol. 95. Pp. 574–578.
14. Sedel'nikova L.L., Chankina O.V. Elemental composition of the leaves and rhizomes *Hemerocallis hybrida* hort // Chemistry for sustainable development. 2019. Vol. 27. Pp. 530–535. DOI: 10.15372/CSD2019170.
15. Беликов В.В. Методы анализа флавоноидных соединений // Фармация. 1970. №1. С. 66–72.
16. Бородова В. Методические указания по химико-технологическому сортоиспытанию овощных, плодовых и ягодных культур для консервной промышленности. М., 1993. 108 с.
17. Киселева А.В., Волхонская Т.А., Киселев В.Е. Биологически активные вещества лекарственных растений Южной Сибири. Новосибирск, 1991. 135 с.
18. Ермаков А.И. Методы биохимического исследования растений. Л., 1987. 430 с.
19. Кривенцов В.И. Безкарбазольный метод количественного спектрофотометрического определения пектиновых веществ // Сборник научных трудов Государственного Никитского ботанического сада. Ялта, 1989. Вып. 109. С. 128–137.
20. Кукушкина Т.А., Зыков А.А., Обухова Л.А. Манжетка обыкновенная (*Alchimilla vulgaris* L.) как источник лекарственных средств // Актуальные проблемы создания новых лекарственных препаратов природного происхождения: материалы VII международного съезда. СПб., 2003. С. 64–69.

Поступила в редакцию 1 мая 2021 г.

После переработки 16 ноября 2021 г.

Принята к публикации 18 ноября 2021 г.

**Для цитирования:** Седельникова Л.Л., Кукушкина Т.А. Биологически активные и запасные вещества в вегетативных органах *Hemerocallis hybrida* сорта Vambery Crismas // Химия растительного сырья. 2022. №1. С. 153–160. DOI: 10.14258/jcprgm.2022019544.

*Sedel'nikova L.L.\**, *Kukushkina T.A.* BIOLOGICALLY ACTIVE AND SPARE SUBSTANCES THE VEGETATIVE ORGANS OF *HEMEROCALLIS HYBRIDA* OF THE BAMBERY CRISMAS VARIETY

Central Siberian Botanical Garden SB RAS, ul. Zolotodolinskaya, 101, Novosibirsk, 630090 (Russia),  
e-mail: lusedelnikova@yandex.ru

In the conditions of the forest-steppe zone of Western Siberia, a comparative study of the content of secondary metabolites, such as pectins, protopectins, catechins, flavonols, sugars, starch, saponins, ascorbic acid in the vegetative organs of *Hemerocallis hybrida* of the Bambery Crismas variety, was conducted for the first time. Comparative results of the quantitative composition of spare and biologically active substances in leaves and rhizomes during the three growing seasons of 2017–2019 were obtained. The dynamics of accumulation of these substances relative to the phenological phases of plant development of the Bambery Crismas variety is established. It is shown that the highest concentrations of pectin in rhizomes are observed in all years of the study in July during the flowering period (5.26–8.66%). In the leaves, high pectin readings were observed in different phenophases of plant development: in 2017 during the growing season (0.95%), in 2018 during the flowering period (1.59%), in 2019 during the fruiting period (1.27%). The maximum value of flavonols in the leaves (2.2%) during the fruiting period of plants was revealed. The content of saponins in the leaves corresponded to 12.96–32.81%, in the rhizomes 7.79–53.26% in different years of seasonal development and phenophase. The concentration of catechins in leaves is 2–10 times greater than in rhizomes. A high content of ascorbic acid in the leaves (104.7–120.2 mg%) was found. It was noted that the accumulation of starch in the underground organs of plants increased by 1.5 times in the pre-winter period compared to the spring-summer period and amounted to 27.8–48.4%. The analysis showed that the sugar content in the leaves differed depending on the growing season, but it was 2–8 times higher compared to the leaves. Indications of secondary metabolites in the organs of Bambery Crismas differ in specificity, depend on the growing seasons and phenological phases of the development of plants of this variety.

**Keywords:** *Hemerocallis hybrida*, Bambery Crismas variety, leaf, rhizome, starch, sugars, pectins, protopectins, saponins, catechins, flavonols, ascorbic acid, Western Siberia.

### Referenses

1. Sedel'nikova L.L. *Vestnik KGAU*, 2017, no. 10, pp. 114–120. (in Russ.).
2. Zhapova O.I. *Ekologo-fitotsenoticheskaya priurochennost' Hemerocallis minor Miller i nakopleniye v nem biologicheski aktivnykh veshchestv (Zabaykal'ye): avtoref. dis. ... kand. biol. nauk.* [Ecological and phytocenotic confinement of *Hemerocallis minor* Miller and the accumulation of biologically active substances in it (Transbaikalia): author. dis. ... cand. biol. Sciences]. Chita, 2006, 19 p. (in Russ.).
3. Reut A.A. *Izvestiya Federal'nogo nauchnogo tsentra ovoshchevodstva*, 2019, no. 1, pp. 93–96. (in Russ.).
4. Chuparina Ye.V., Martynov A.M., Zhapova O.M. *Sibirskiy meditsinskiy zhurnal*, 2008, no. 3, pp. 98–99. (in Russ.).
5. Tsitsilin A.N. *Lekarstvennyye rasteniya na dache i vokrug nas: polnaya entsiklopediya.* [Medicinal plants in the country and around us: a complete encyclopedia]. Moscow, 2014, 336 p. (in Russ.).
6. *Lekarstvennyye rasteniya Sibiri dlya lecheniya serdechno-sosudistykh zabolevaniy.* [Medicinal plants of Siberia for the treatment of cardiovascular diseases]. Novosibirsk, 1991, 260 p. (in Russ.).
7. Sedel'nikova L.L., Kukushkina T.A. *Khimiya rastitel'nogo syr'ya*, 2014, no. 1, pp. 177–183. DOI: 10.14258/jcprm.1401177. (in Russ.).
8. Marchishin S.M., Zarichanskaya Ye.V., Garnyk M.S., Yushchenko T.I. *Meditsina i obrazovaniye v Sibiri*, 2015, no. 6, pp. 46–55. (in Russ.).
9. Sedel'nikova L.L., Kukushkina T.A., Cheltygmasheva L.R. *Vestnik VorGAU*, 2018, vol. 11, no. 2 (57), pp. 20–27. DOI: 10.17238/issn2071-2243.2018.2.20. (in Russ.).
10. Sedel'nikova L.L., Chankina O.V. *Khimiya rastitel'nogo syr'ya*, 2020, no. 1, pp. 245–250. DOI: 10.14258/jcprm.20200014612. (in Russ.).
11. Cichewicz R.H., Nai M.G. *J. Agric. Food Chem.*, 2002, vol. 50, pp. 87–91.
12. Chuparina E.V., Aiskeva T.S. *Environ. Chem. Letters*, 2011, vol. 9, no. 1, pp. 19–23. DOI: 10.1007/s10311-009-0240-z.
13. Clifford M.N., Wu W., Kuhnert N. *Food Chem.*, 2006, vol. 95, pp. 574–578.
14. Sedel'nikova L.L., Chankina O.V. *Chemistry for sustainable development*, 2019, vol. 27, pp. 530–535. DOI: 10.15372/CSD2019170.
15. Belikov V.V. *Farmatsiya*, 1970, no. 1, pp. 66–72. (in Russ.).
16. Borodova V. *Metodicheskiye ukazaniya po khimiko-tekhnologicheskomu sortoispytaniyu ovoshchnykh, plodovykh i yagodnykh kul'tur dlya konservnoy promyshlennosti.* [Guidelines for chemical-technological variety testing of vegetable, fruit and berry crops for the canning industry]. Moscow, 1993, 108 p. (in Russ.).
17. Kiseleva A.V., Volkhonskaya T.A., Kiselev V.Ye. *Biologicheski aktivnyye veshchestva lekarstvennykh rasteniy Yuzhnoy Sibiri.* [Biologically active substances of medicinal plants of Southern Siberia]. Novosibirsk, 1991, 135 p. (in Russ.).
18. Yermakov A.I. *Metody biokhimicheskogo issledovaniya rasteniy.* [Methods of biochemical research of plants]. Leningrad, 1987, 430 p. (in Russ.).
19. Kriventsov V.I. *Sbornik nauchnykh trudov Gosudarstvennogo Nikitskogo botanicheskogo sada.* [Collection of scientific works of the State Nikitsky Botanical Garden]. Yalta, 1989, vol. 109, pp. 128–137. (in Russ.).
20. Kukushkina T.A., Zykov A.A., Obukhova L.A. *Aktual'nyye problemy sozdaniya novykh lekarstvennykh preparatov prirodnoy prois-khozhdeniya: materialy VII mezhdunarodnogo s"yezda.* [Actual problems of creating new drugs of natural origin: materials of the VII International Congress]. St.-Petersburg, 2003, pp. 64–69. (in Russ.).

Received May 1, 2021

Revised November 16, 2021

Accepted November 18, 2021

**For citing:** Sedel'nikova L.L., Kukushkina T.A. *Khimiya Rastitel'nogo Syr'ya*, 2022, no. 1, pp. 153–160. (in Russ.). DOI: 10.14258/jcprm.2022019544.

\* Corresponding author.