

**Стальная М.И., Сичко Н.О.**  
**ОЦЕНКА НАКОПЛЕНИЯ ДУБИЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ**  
**В РАЗНОВОЗРАСТНОМ КУРИЛЬСКОМ ЧАЕ КУСТАРНИКОВОМ,**  
**ПРОИЗРАСТАЮЩЕМ НА СЕВЕРНОМ КАВКАЗЕ**

Стальная Марина Ильинична, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры химии, физики и физико-химических методов исследования ФГБОУ ВО «Майкопский государственный технологический университет», Майкоп, Россия

Тел.: 8 (938) 550 11 55

E-mail: marina.stalnaja@yandex.ru

Сичко Наталья Олеговна, кандидат педагогических наук, доцент кафедры химии, физики и физико-химических методов исследования

ФГБОУ ВО «Майкопский государственный технологический университет», Майкоп, Россия

Тел.: 8 (918) 426 80 71

*Научная статья посвящается биохимическому исследованию количественного состава дубильных веществ в растениях курильского чая кустарникового различного возрастного состояния. Произведён анализ культурных популяций, выращенных на Северном Кавказе (республика Адыгея). Исследования проводились на протяжении шести лет в течение всего вегетационного периода, начиная от фазы отрастания, бутонизации, цветения и заканчивались фазой конца плодоношения.*

*Для изучения биологически активных веществ применяли известную и апробированную методику определения дубильных веществ в лекарственном растительном сырье – метод Левенталя в модификации Л.А. Курсанова, который позволяет определить сумму всех фенольных соединений, однако применение коэффициента пересчёта Нейбауэра даёт возможность определить содержание дубильных веществ. Рассмотренный метод довольно часто используется в физиолого-биохимических исследованиях, в том числе при биохимических анализах в чайном производстве.*

*В публикации приведен детальный анализ исследований надземных органов кавказских популяций. Показано, что в качестве растительного сырья, используемого в пищевой и медицинской промышленности, исследуемое растение может применяться с трёхлетнего возраста. Особое внимание было обращено на то, что именно в период цветения содержание дубильных веществ достигает максимального значения.*

**Ключевые слова:** курильский чай кустарниковый, вегетационный период, облиственные побеги, чайный напиток, биологически активные вещества, уровень накопления, дубильные вещества, сезонная и возрастная динамика.

**Для цитирования:** Стальная М.И., Сичко Н.О. Оценка накопления дубильных веществ в разновозрастном курильском чае кустарниковом, произрастающем на Северном Кавказе// Новые технологии. 2019. Вып. 2(48). С. 244-255. DOI: 10.24411/2072-0920-2019-10224.

**Stalnaya M.I., Sichko N.O.**  
**ASSESSMENT OF ACCUMULATION OF TANNING SUBSTANCES**  
**IN MULTIPLE AGED SHRUBBY CINQUEFOIL GROWING**  
**IN THE NORTH CAUCASUS**

Stalnaya Marina Ilyinichna, Candidate of Agricultural Sciences, an associate professor of the Department of Chemistry, Physics and Physical and Chemical Research Methods FSBEI HE «Maikop State Technological University», Maikop, Russia  
Tel.: 8 (938) 550 11 55  
E-mail: marina.stalnaja@yandex.ru

Sichko Natalia Olegovna, Candidate of Pedagogics, an associate Professor of the Department of Chemistry, Physics and Physical and Chemical Research Methods FSBEI HE «Maikop State Technological University», Maikop, Russia  
Tel.: 8 (918) 426 80 71

*The article is devoted to the biochemical study of the quantitative composition of tanning substances in the plants of multi-aged shrubby cinquefoil. Cultural populations grown in the North Caucasus (the Republic of Adygea) have been analyzed. The studies have been conducted for over six years throughout the growing period, starting from the regrowth phase, budding, flowering and ending with the late fruiting phase.*

*To study biologically active substances a well-known and tested method for determining tanning substances in medicinal plant materials has been used – the Leventhal method modified by L.A. Kursanov – which allows determining the sum of all phenolic compounds, but the use of Neubauer's conversion factor makes it possible to determine the content of tanning substances. The considered method is quite often used in physiological and biochemical studies, including biochemical analyses in tea production.*

*The article provides a detailed analysis of investigated aboveground organs of the Caucasian populations. It has been shown that the researched plant can be used as a plant material in food and medical industry from the age of three. Particular attention was paid to the fact that during the flowering period the content of tanning substances reached its maximum.*

**Key words:** *shrubby cinquefoil, growing season, leafy shoots, tea drink, biologically active substances, accumulation level, tanning substances, seasonal and age dynamics.*

**For citation:** Stalnaya M.I., Sichko N.O. Assessment of accumulation of tanning substances in multiple aged shrubby cinquefoil growing in the North Caucasus // *Novye tehnologii (Majkop)*. 2019. Iss. 2 (48). P. 244-255. DOI: 10.24411 / 2072-0920-2019-10224.

В настоящее время все большее значение уделяется использованию растений в качестве пищевых продуктов функционального назначения и лекарственного сырья. Современные достижения химии, которая дала медицине и промышленности много эффективных лекарственных средств и растительного сырья, интерес к целебным растениям по-прежнему огромен. Общеизвестны достоинства использования в медицинской практике лекарственных растений и препаратов из них, сравнительно с использованием искусственных средств фармацевтической промышленности. Пристальное внимание исследователей обращено на соединения вторичного биосинтеза, к которым относят дубильные вещества, отличающиеся высокой биологической активностью. Изучение химического состава растений, установление специфичности накопления

биологически активных веществ и получение материала с высоким содержанием этих соединений очень актуально.

В связи с этим целью настоящего исследования является изучение количественного содержания суммы дубильных веществ в растениях курильского чая кустарникового, начиная с 2-х летнего возраста в условиях культуры для установления оптимальных сроков сбора сырья. Анализ проводился в надземных органах в различные фазы вегетации на базе Майкопского государственного технологического университета с 2013 по 2017 гг.

Постановка настоящей проблемы диктуется общей направленностью теоретических исследований в направлении ресурсоведения, а также практической значимостью использования растений рода *Pentaphylloides Duham.*, содержащих микроэлементы и биологически активные соединения.

Курильский чай кустарниковый (пятилистник кустарниковый – *Potentilla fruticosa L.* - *Pentaphylloides fruticosa (L.) O. Schwarz* - *Dasifora fruticosa (L.) Rudb.*), или лапчатка кустарниковая – это невысокий (до 1,5 м в высоту), сильно ветвящийся кустарник шаровидной формы семейства Rosacea, с ярко-жёлтыми цветами (цветки диаметром до 3 см правильной формы, пятилепестковые). Листья курильского чая кустарникового мелкие, с обеих сторон опущенные, они разделены на 3, 7, чаще всего на 5 долей по этой причине курильский чай часто называют пятилисточником (рис. 1) [5, 7]. Его отличительная индивидуальность заключается в том, что этот кустарник не изменяет зелёной окраски листьев до глубокой осени, пока они совсем не опадут. Это одно из наиболее продолжительно цветущих растений. В Адыгее цветение начинается в середине мая, а последние цветки можно увидеть ещё в октябре-начале ноября, кустарник цветёт обильно и ежегодно.

Целью интродукции и селекции исследуемой культуры является создание устойчивых продуктивных популяций пятилистника кустарникового с высоким содержанием биологически активных веществ. Генетическим признаком в онтогенезе растений является содержание и накопление биологически активных веществ в процессе вегетации, в частности дубильных веществ, однако под воздействием среды обитания их количество может существенно изменяться. Вследствие чего при селекции и интродукции лекарственных и пищевых растений немаловажно иметь представление об адаптивном синтезе биологически активных веществ под влиянием различных факторов окружающей среды и условий районов естественного произрастания.

Своё название курильский чай получил благодаря тому, что напиток из этого кустарника был популярен от Уральских гор до Курильских островов. Он по сути дела именовался курильский чай. На протяжении долгого времени настои и отвары этого растения использовались взамен обычного чая. Кроме того нужно отметить, что свойства и биохимический состав курильского чая довольно схожи с таковыми у традиционного чая. Оказывается, что его вкус не под силу отличить от классического чёрного чая.

Производят заготовки неодревесневших облиственных цветущих верхних частей растения в период, когда растение зацветает и до конца вегетационного периода. Характерно, что побеги срезают и в таком виде направляют на высушивание. После чего разделяют высушенную массу на мелкие веточки, листья и цветы. Зачастую непосредственно на участке произрастания производят сбор только листьев и цветков растения с небольшими остатками веточек. При этом сырьё собирают в брезентовых рукавицах, вместе с тем захватывают побеги растения рукой и перемещением снизу вверх,

срывают листья с цветками и отчасти завязавшимися плодиками-орешками. Что касается попавших в сырьё крупных веток, то они отбрасываются. Полученное подобным методом сырьё отличается наилучшим качеством, чем при собирательстве верхних частей побегов, наряду с этим растению причиняется минимальный вред, по сравнению с обрезкой кустов при заготовке.



*Рис. 1. Цветущий кустарник курильского чая*

Собранное сырьё высушивают под навесами в хорошо вентилируемых помещениях на открытом воздухе. Зачастую, предварительно немного провялив, полученную массу

подвергают прокатке скалкой для того, чтобы из них выступил сок, и только после этого досушивают в закрытых ангарах или, выдержав некоторое время в закрытом (в отсутствие сквозняков) нагретом помещении, немного прожаривают на железных решётках, далее досушивают обычным способом. Подготовленная таким способом сырьевая масса курильского чая кустарникового употребляется для приготовления чайного напитка, схожего по аромату и вкусу с наилучшими сортами индийского чая.

В химическом отношении курильский чай кустарниковый изучен не в полной мере. Определено, что в его корнях накапливается до 2,6 % дубильных веществ, а в листьях на их долю приходится 9,4 %. Так же в листьях установлено около 230 мг% аскорбиновой кислоты и до 17,6 мг% каротиноидов. В облиственных органах курильского чая кустарникового на долю дубильных веществ приходится до 19,2 %, большая часть из которых принадлежат пирокатехиновой группе, в том числе флавоноидов – 1,66 % и алкалоидов – 0,41 % [2, 6].

Важное место среди веществ, входящих в состав надземных органов кустарника занимает комплекс дубильных веществ, или иными словами чайный танин. Танины или дубильные вещества – это сложная смесь органических соединений, являющихся производными многоатомных фенолов. Одновременно с этим во всех дубильных веществах, по меньшей мере, в одном ароматическом ядре, должны располагаться две оксигруппы в ортоположении или три оксигруппы в рядовом (вицинальном) месторасположении (пирогалловое или пирокатехиновое расположение).

Являясь неперенными и универсальными составляющими растительных тканей, дубильные вещества несут существенную функциональную нагрузку. Полифункциональность танинов определена разнообразием их структур и распределением в растении, не говоря уже о сложности ферментных взаимопревращений. Установлено, что они способны перемещаться в растениях, и как дыхательный материал могут расходоваться при голодании. Предполагается, что дубильные вещества участвуют в образовании древесины. Присутствие в лигнине до 23 % пирокатехина и ванилина указывает на значимость этих соединений в построении лигнина. Вместе с тем, имеются данные о том, что отдельные составляющие дубильных веществ могут использоваться растениями при образовании крахмала, эфирных масел, целлюлозы, смол, жиров и других продуктов [8]. Все это свидетельствует о немаловажном физиологическом значении растворимых дубильных веществ. Особенно значима их роль в окислительно-восстановительных процессах, поскольку они способны выполнять роль промежуточных продуктов.

Как следствие, многообразие физиологических функций дубильных веществ в процессе роста растения играет существенные и вместе с тем довольно-таки разнообразные роли. Они принимают участие в дыхании при голодании растения, в образовании разных органических соединений и выполняют защитные функции, локализуясь главным образом в тех частях растений, на которые возложена защитная роль, – в эпидермисе листа, в коре корня и древесины, в корке и коричневой пленке семян. Вместе с тем, они представляют собой интерес как самоокислители, при этом они задерживают процессы окисления. В конечном итоге, дубильные вещества представляют немаловажную значимость в биологических окислительных процессах, выступая в роли переносчиков кислорода воздуха. Повышенное внимание к природным дубильным веществам объясняют их низкой токсичностью, высокой фармакологической активностью

и многообразным действием на организм животных и человека. На сегодняшний день выявлено свыше 40 видов биологически активных дубильных веществ [2].

При интродукции лекарственных и пищевых растений основная цель сводится к получению наибольшей продуктивности культуры в совокупности с высоким содержанием биологически активных веществ. Изучение зависимости качественных и количественных отличий в накоплении действующих веществ от возраста растений необходимо кроме того и для обоснования рациональных сроков сбора сырья и приёмов агрокультуры. В следствие этого существенный интерес представляет выявление динамики накопления дубильных веществ в надземных органах растений курильского чая кустарникового в зависимости от различного возраста растений.

Необходимо подчеркнуть недостаточность и разноречивость литературных данных о возрастных различиях фенольного состава растений. Исходя из данных исследований определения фенольных соединений в растениях видно, что на протяжении первых трёх лет сохраняется устойчивый уровень накапливания дубильных веществ и флавоноидов, присущий природным популяциям, позже к 5-7 годам это содержание снижается, а к 10-летнему возрасту становится незначительным [4]. Анализируя накопление дубильных веществ в чайном листе определено, что с повышением возраста чайного растения в нём снижается синтез катехинов, в частности галловых эфиров, тем не менее возрастает относительное содержание простых катехинов [8].

В связи с этим, в настоящей работе сущность проблемы сводится к исследованию динамики содержания дубильных веществ в надземных органах разновозрастных растений курильского чая кустарникового, произрастающих на Северном Кавказе, в разные фазы развития: начала вегетации (20 апреля); бутонизации (13 мая); цветения (9 июня); плодоношения (5 сентября).

Дубильные вещества определяли по методу Левенталья в модификации Л.А. Курсанова. Метод предусматривает определение суммы всех фенольных соединений, но использование пересчётного коэффициента Нейбауэра (0,004157 г – количество дубильных веществ, соответствующее 1 мл точно 0,1 н. раствора марганцево-кислого калия, считая на танин) позволяет установить содержание дубильных веществ [1].

С целью установления количественного содержания дубильных веществ 0,5 г измельченного сырья заливали 45 мл кипятка в мерной колбе на 50 мл и грели на водяной бане на протяжении 45 минут при 70-80<sup>0</sup>, встряхивали 2-3 раза, затем охлаждали, доливали до метки и фильтровали. Отмеряли 5 мл фильтрата в стакан объёмом 0,5 л, прибавляли 300 мл водопроводной воды, туда же приливали 10 мл раствора индигокармина (индикатор) и титровали 0,1 н. раствором марганцево-кислого калия до золотисто-жёлтого окрашивания раствора. Одновременно проводили контрольный опыт. При этом выполняли те же операции только без добавления извлечения фильтрата исследуемого образца.

Содержание дубильных веществ в пересчёте на абсолютно сухую массу сырья в процентах вычисляли по формуле:

$$X = \frac{(V_1 - V_2) \cdot 0.004157 \cdot 50 \cdot 100 \cdot 100}{H \cdot V_3 \cdot (100 - B)},$$

где X – количество дубильных веществ, %; V<sub>1</sub> – количество точно 0,1 н. раствора марганцево-кислого калия, израсходованного на титрование исследуемого экстракта, мл; V<sub>2</sub> – количество точно 0,1 н. раствора марганцево-кислого калия, израсходованного на

титрование в контрольном опыте, мл;  $V_3$  – количество экстракта, взятого на титрование, мл; 50 – объём экстракта образца, мл; 0,004157 – (пересчетный коэффициент Нейбауэра) – количество дубильных веществ, соответствующее 1 мл точно 0,1 н. раствора марганцево-кислого калия, в г, считая на танин; Н – навеска образца, г; В – потеря в массе при высушивании сырья, %.

Статистическую обработку результатов проводили стандартными методами [3]. Полученные данные представлены в таблице 1.

Проведённые исследования показали, что в изученных надземных органах 2-х летних растений сохраняется направленность возрастания количества дубильных веществ от фазы начала вегетации к фазе цветения и понижение показателей к фазе плодообразования, к тому же скачкообразно. Следует добавить, что в фазу цветения содержание этих веществ в надземных органах двухлетних растений практически одинаковое, а значительное снижение происходит в стеблях (с 11,16 до 8,21 %) в фазу плодоношения.

В свою очередь неодинаково протекает накопление дубильных веществ у трёхлетних растений (рис. 2). Суммарное значение этих соединений возрастает в листьях, начиная с фазы начала вегетации вплоть до периода цветения, а значит, сохраняется тот же характер, который подчёркнут у особей двухлетних растений.

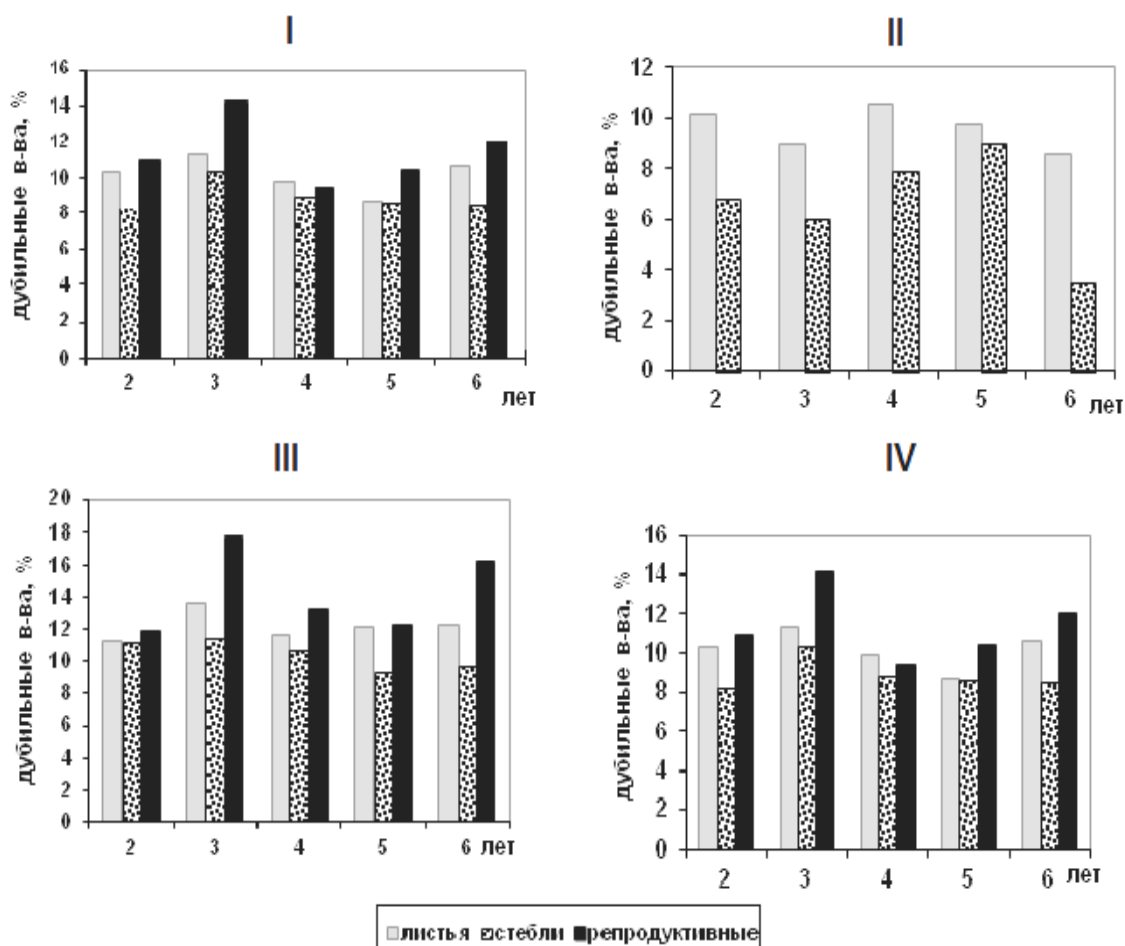
Кроме того, у растений трехлетнего возраста в репродуктивных органах в фазу цветения отмечено максимальное содержание дубильных веществ и достаточно ошутимое уменьшение в фазу плодоношения (на 3,75 %).

**Таблица 1** - Динамика накопления дубильных веществ в курильском чае кустарниковом в различные фазы вегетации

Возраст кустарника	Органы растения	Содержание дубильных веществ (% от массы абсолютно сухого сырья)			
		начало вегетации	бутонизация	цветение	плодоношение
2-х летний	листья	10,25±0,25	10,69±0,21	11,33±0,22	10,34±0,23
	стебли	6,81±0,13	8,42±0,19	11,16±0,09	8,21±0,18
	репродукт.	-	6,24±0,08	11,96±0,19	10,96±0,15
3-х летний	листья	8,99±0,11	10,48±0,15	13,59±0,28	11,24±0,14
	стебли	5,99±0,09	6,47±0,12	11,43±0,21	10,29±0,11
	репродукт.	-	13,09±0,16	17,72±0,21	14,13±0,17
4-х летний	листья	10,53±0,11	10,91±0,12	11,59±0,13	9,84±0,07
	стебли	7,89±0,07	9,33±0,19	10,61±0,15	8,79±0,08
	репродукт.	-	10,42±0,14	13,29±0,13	9,38±0,13
5-ти летний	листья	9,25±0,11	11,25±0,12	12,17±0,11	8,69±0,07
	стебли	8,96±0,12	9,25±0,11	9,34±0,12	8,49±0,07
	репродукт.	-	10,88±0,10	12,21±0,09	10,43±0,10
6-ти летний	листья	9,21±0,14	9,91±0,21	12,24±0,18	10,63±0,25
	стебли	3,86±0,11	3,87±0,22	9,65±0,28	8,45±0,21
	репродукт.	-	16,53±0,24	16,24±0,19	12,06±0,33

Следует добавить, что представленные данные изучения содержания дубильных веществ у растений четырёх-, пяти- и шестилетнего возраста дают возможность говорить, что

динамика накопления этих соединений находится в такой же закономерной зависимости, которую мы отметили у растений двух- и трёхлетнего возраста. Применительно к надземным органам растений четырёх-, пяти- и шестилетнего возраста максимальное содержание дубильных веществ установлено в фазу цветения и постепенное понижение в фазу плодообразования. Небольшое отклонение от этой направленности замечено у растений шестилетнего возраста, в репродуктивных органах которых образуется, в конечном счёте, равное количество дубильных веществ в фазу цветения и бутонизации (16,24 и 16,53 % соответственно) и резкое снижение (почти на 4 %) в период плодообразования.



**Рис. 2.** Накопление дубильных веществ в разновозрастных растениях курльского чая кустарникового в различные фазы вегетации: I – начало вегетации, II – бутонизация, III – цветение, IV – плодоношение

В заключение проведенных исследований следует сказать, что условия культуры благотворно влияют на накопление изучаемых соединений, а полученные результаты о существенной изменчивости аккумуляирования дубильных веществ в различные фазы вегетации пятилистника кустарникового ещё раз доказывают равномерность увеличения дубильных веществ, начиная от фазы начала вегетации к фазе цветения и постепенное снижение их величины к фазе плодоношения. По-видимому, метаболические процессы, в согласии с литературными данными, происходят на уровне осуществления функций приспособления растений к условиям произрастания.

Изучение сезонной и возрастной динамики накопления биологически активных веществ дает основание установить возраст растения и сроки сбора сырья. Так, изучая разновозрастные растения, пришли к выводу, что максимально стабильное количество



биологически активных веществ отмечено в растениях с 3-летнего возраста. В трёхлетнем возрасте растения накапливают и значительную сырьевую биомассу (300-400 г), поэтому с 3-летнего возраста рекомендуется начинать сбор сырья для пищевой и медицинской промышленности. Уточнены и сроки сбора сырья, а именно в конце бутонизации – начале цветения когда накапливается наибольшее количество дубильных веществ.

#### *Литература:*

1. Азовцев Г.Р. Изучение фенольных веществ Западно-Сибирских представителей рода *Sanguisorba*L.: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Новосибирск, 1973. 28 с.
2. Андышева Е.В., Храмова Е.П. Сравнительное изучение фенольных соединений сортов *Pentaphylloides fruticosa* (Rosaceae) // Растительный мир Азиатской России. 2015. №2(18). С. 27-31.
3. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. Москва: Агропромиздат, 1985. 351 с.
4. Костикова В.А., Высочина Г.И., Петрук А.А. Особенности накопления флавоноидов в органах надземной части *Rheumcompactum*L. // Химия растительного сырья. 2015. №4. С. 147-150.
5. Минаева В.Г. Лекарственные растения Сибири. Новосибирск: Наука. Сиб. отделение, 1991. 431 с.
6. Стальная М.И. Содержание флавонолов в различных видах и популяциях рода *Pentaphylloides Duham* // Новые технологии. 2004. Вып. 1. С. 282-285.
7. Стальная М.И. Изучение курильского чая кустарникового и его интродукция на Северном Кавказе // Основні, малопоширені і нетрадиційні види рослин – від вивчення до освоєння (сільськогосподарські і біологічні науки): матеріали II Міжнародної науково-практичної. Т. 3. Обухів: Друкарня ФОП Гуляєва В.М., 2018. С. 233-238.
8. Триль В.М., Стальная М.И., Иващенко Т.А. Курильский чай в природе и в культуре (перспективы его использования). Майкоп: Магарин О.Г., 2008. 264 с.

#### *Literature:*

1. Azovtsev G.R. The study of phenolic substances of the West-Siberian representatives of the *Sanguisorba*L genus.: abstr. dis. ... Cand. of Biology. Novosibirsk, 1973. 28 p.
2. Andysheva E.V., Khramova E.P. Comparative study of phenolic compounds of *Pentaphylloides fruticosa* (Rosaceae) varieties // Plant World of the Asiatic Russia. 2015. №2 (18). P. 27-31.
3. Dospikhov B.A. Field experience. Moscow: Agropromizdat, 1985. 351 p.
4. Kostikova V.A., Vysochina G.I., Petruk A.A. Features of the accumulation of flavonoids in the herb organs of *Rheumcompactum*L. // Chemistry of plant materials. 2015. No. 4. P. 147-150.
5. Minaeva V.G. Medicinal plants of Siberia. Novosibirsk: Science. Sib. department, 1991. 431 p.
6. Stalnaya M.I. The content of flavonols in various species and populations of the *Pentaphylloides Duham* genus // Novye tehnologii (Majkop). 2004. Vol. 1. P. 282-285.
7. Stalnaya M.I. The study of shrubby cinquefoil and its introduction in the North Caucasus // Basic, low, widespread and rare plants – from learning to mastering (agricultural and biological sciences) and materials of the Second International Science. V. 3. Obukhov: V.M. Gulyaev's publishing house, 2018. P. 233-238.

8. Tril V.M., Stalnaya M.I., Ivaschenko T.A. Shrubby cinquefoil in nature and in culture (prospects for its use). Maikop: Magarin O.G., 2008. 264 p.