

ФАРМАКОГНОЗИЯ И БОТАНИКА

УДК 615.322:615.014

Н. А. Кузьмичева

СОЦВЕТИЯ ИВЫ ПЕПЕЛЬНОЙ (*SALIX CINEREA* L.) И ИВЫ КОЗЬЕЙ (*SALIX CAPREA* L.) КАК ИСТОЧНИК ПРОИЗВОДНЫХ ДИОСМЕТИНА

Витебский государственный ордена Дружбы народов медицинский университет,
г. Витебск, Республика Беларусь

В статье изложены результаты сравнительной характеристики внешних признаков и химического состава соцветий ивы пепельной и ивы козьей. Установлены диагностические признаки мужских соцветий ивы пепельной: в каждом цветке 2 тычинки, тычиночные нити светло-желтые, свободные, длиной до 5 мм (у ивы козьей в три раза длиннее); прицветные чешуи черные, эллиптические, цельные, опушенные светлыми волосками, длиной до 2 мм. По результатам ТСХ-анализа на пластинках с целлюлозой в системе растворителей изопропанол – муравьиная кислота – вода (2 : 5 : 5) обнаружены 5 зон, соответствующих веществам флавоноидной природы. Женские соцветия ивы пепельной показали сходный флавоноидный состав с мужскими соцветиями ивы козьей. Обнаружены кверцетин, капреозид и гликозиды флавонолов, причем преобладает капреозид (диосметин-7- β -D-глюкопиранозил-6- α -L-арабинофуранозид). Кроме этих соединений, в мужских соцветиях ивы пепельной присутствуют диосметин и гликозиды лютеолина. На хроматограмме извлечений из мужских соцветий ивы пепельной, полученных с помощью ВЭЖХ, присутствуют 5 пиков веществ флавоноидной природы, 4 из которых по спектрам поглощения отнесены к флавонам (производным диосметина и лютеолина) и 1 – к флавонолам. Содержание суммы флавоноидов в соцветиях ивы пепельной изменяется от 2,8 % до 4,2 % в зависимости от фазы цветения. Максимум содержания флавоноидов наблюдается в мужских соцветиях ивы пепельной в начале цветения. Эта фаза вегетации является оптимальной для сбора сырья. В мужских соцветиях ивы козьей содержание флавоноидов еще выше (до 7,5 %). Минимум содержания отмечен в женских соцветиях ивы пепельной.

Ключевые слова: *Salix cinerea*, *Salix caprea*, диосметин, ТСХ, ВЭЖХ.

ВВЕДЕНИЕ

Хронические заболевания вен нижних конечностей очень распространены в развитых странах. В сочетании с ожирением, сахарным диабетом, артритом, сердечной и почечной недостаточностью они являются серьезной проблемой, снижающей качество жизни и приводящей к ранней инвалидизации [1]. В настоящее время для лечения хронической венозной недостаточности используется несколько групп лекарственных препаратов, среди которых лидируют флеботоники на основе диосмина и гесперидина, флавоноидов из классов флавонов и флаванолов соответственно [2]. Они являются 7-O-(6-O- α -L-рамнозил)- β -D-гликозидами диосметина и гесперетина (рисунок 1) и различаются наличием или

отсутствием двойной связи в положении 2–3.

Гесперидин получают из кожуры плодов семейства цитрусовых. Диосмин часто производят полусинтетически из гесперидина. Комбинация этих двух флавоноидов обладает доказанной эффективностью, подтвержденной результатами многочисленных клинических исследований [3], и представлена в таких популярных лекарственных средствах как Детралекс, Детравен, Венарус, Диавен и др.

Действие диосмина на сосуды значительно сильнее, однако монокомпонентные лекарственные средства, содержащие только диосмин (например, Флебодиа 600 и Венолекс), по отзывам врачей и по данным исследований, являются менее эффективными, чем комбинированные. Диосмин обеспечивает вено tonизирую-

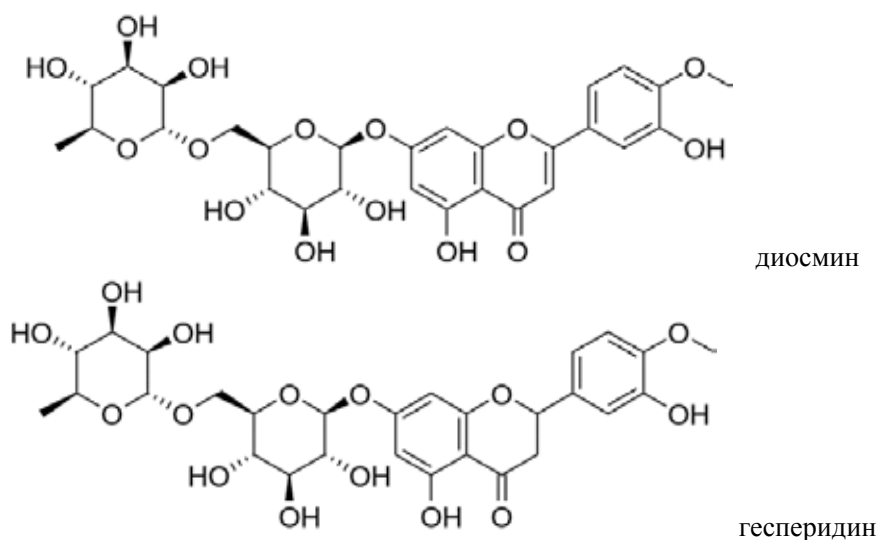


Рисунок 1. – Структурные формулы диосмина и гесперицина

щее действие, улучшает реологические свойства крови и состояние стенок сосудов, обладает слабым цитопротекторным и гепатопротекторным действием [4]. Кроме этого, он оказался эффективным и при других заболеваниях: способствует снижению повышенного уровня сахара в крови и липидного профиля [5], оказывает гастропротекторное действие, сходное с эффектами сукральфата [6], снижает уровень повреждения клеток печени при ее ишемической реперфузии, уменьшая повреждающее действие внутриклеточных активных форм кислорода на клетку [7].

Диосмин также обладает нефропротекторным действием, которое выражается в снижении образовании камней при нефроуролитиазе. На уровне микроциркуляции диосмин снижает капиллярную проницаемость и увеличивает резистентность капилляров, защищая их от повреждения. Кроме того, диосмин снижает экспрессию молекул адгезии и ингибирует адгезию, миграцию и активацию лейкоцитов на капиллярном уровне. Эти эффекты приводят к уменьшению высвобождения медиаторов воспаления, в основном свободных радикалов кислорода и некоторых простагландинов [8].

В организме человека диосмин гидролизруется энзимами кишечной микрофлоры до его абсорбции в организме с образованием агликона диосметина [9].

При изучении фармакологических эффектов диосметина было обнаружено, что он играет роль антиоксиданта, противо-

опухолевого агента, растительного метаболита и агониста рецептора киназы В, связанного с тропомиозином, а также проявляет противовоспалительную активность в эксперименте на мышах в отношении церулеин – индуцированного острого панкреатита. В эксперименте диосметин значительно снижал уровень амилазы и липазы в сыворотке крови, уменьшал уровень гистологического повреждения, а также уменьшал секрецию ФНО- α , интерлейкина-1 β и интерлейкина-6, трипсинаогенактивирующего пептида, миелопероксидазы, индуцированной NO-синтазы, что позволило предложить его как новое средство для лечения острого панкреатита [10].

Интерес к изучению растительных объектов, источников производных диосметина, возник еще в 70-х годах прошлого столетия. В обзоре В. А. Бандюковой и О. А. Андреевой сообщается о 170 видах цветковых растений из 23 семейств, в которых обнаружены диосметин и его гликозиды [11]. Среди них представители семейства цитрусовых (цедра лимона, апельсина и др.), бобовых (цветки софоры мелкозернистой, трава вики обрубленной и др.), ивовых (листья ивы козьей) и др. В более поздних обзорах указывается на наличие диосметина и его гликозидов в листьях еще нескольких видов ив: трехтычинковой, белой, ломкой, остролистной и пепельной [12].

Из соцветий ивы козьей были выделены четыре флавоноида с установленной

структурой: диосметин, изорамнетин, каппреозид и саликаппреозид. [13]. Каппреозид – это диосметин-7- β -D-глюкопиранозил-6-

α -L-арабинофуранозид, а саликаппреозид – диосметин 7- β -L-арабинофуранозид (рисунки 2).

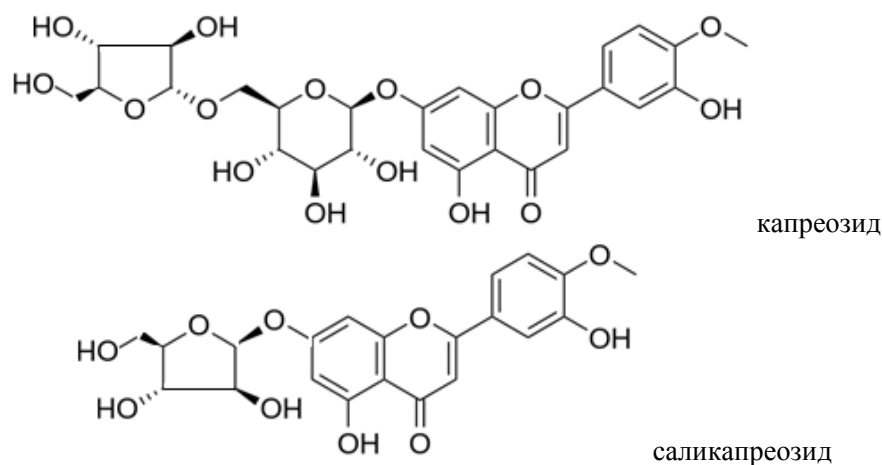


Рисунок 2. – Структурные формулы каппреозид и саликаппреозид

Нами ранее было определено количественное содержание суммы флавоноидов в листьях и соцветиях ивы козьей, оно составило до 17 % в мужских соцветиях, заготовленных в начале цветения, и до 7 % в листьях [14]. Учитывая, что преобладающими флавоноидами в сумме являются именно производные диосметина, можно было предлагать соцветия ивы козьей как перспективный отечественных источник этих соединений. Однако сбор соцветий этого вида ивы сопряжен с большими сложностями из-за короткого периода цветения и высоты растения: большинство соцветий находятся выше 2 м над землей.

В связи с этим представляется возможным изучение на предмет содержания производных диосметина ивы пепельной (*Salix cinerea* L.), относящейся к той же секции *Vetrix*, что и ива козья. В Республике Беларусь она встречается наиболее часто, особенно в северных областях, а высота растений, как правило, меньше 2 м [15], то есть соцветия доступны для сборщиков без применения лестницы.

Целью работы являлась сравнительная характеристика внешних признаков и химического состава соцветий ивы пепельной и ивы козьей.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Материалом для исследования являлись мужские соцветия ивы пепельной,

заготовленные в апреле 2018 года в черте г. Витебска в начале цветения, во время массового цветения и в конце цветения. Фенофазы определяли по общепринятым методикам [16]. Кроме этого, были заготовлены женские соцветия ивы пепельной и мужские соцветия ивы козьей во время начала цветения.

Макроскопический и хроматографический анализ проводили по методикам Государственной фармакопеи Республики Беларусь [17]. Определены следующие диагностические признаки: тип соцветия, его форма и размер, опушенность, строение тычинок. Для хроматографического разделения этанольных извлечений (70 % этанол, соотношение 1 : 10) использовали тонкослойную хроматографию на пластинках TLC Cellulose Merck. в системе растворителей изопропанол – муравьиная кислота – вода (2 : 5 : 5). Проявляли 1 % раствором аминоэтилового эфира дифенилборной кислоты.

Количественное определение суммы флавоноидов проводили спектрофотометрическим методом. Получение извлечения для спектрофотометрического определения: около 0,1 г (точная навеска) измельченного сырья помещали в пенициллиновый флакон, прибавляли 10 мл 70 % этанола, нагревали на кипящей водяной бане в течение 30 минут в специальном устройстве для герметизации. Сумму флавоноидов определяли в пересчете на рутин [18].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Мужские соцветия ивы пепельной – сережки, состоят из тычиночных цветков. Ось соцветия прямая, плотная, около 1,5–2 мм толщиной в основании, опушена. Тычинок 2, тычиночные

нити светло-желтые, свободные, длиной до 5 мм. Пыльники желтые, около 1 мм длиной. Прицветные чешуи черные, эллиптические, цельные, опушенные светлыми волосками, длиной до 2 мм. Длина соцветий от 1,7 см до 3,0 см, диаметр от 0,6 см до 1,2 см (таблица 1).

Таблица 1. – Размеры соцветий ив ($n = 10$, $F_{кр} (p < 0,05) = 4,41$)

Морфологические признаки	Ива пепельная	Ива козья	F
Мужские соцветия, начало цветения			
Длина соцветия, см	$2,32 \pm 0,09$	$4,10 \pm 0,14$	113,79
Диаметр соцветия, см	$0,72 \pm 0,03$	$1,64 \pm 0,07$	135,78
Диаметр оси соцветия, см	$0,26 \pm 0,02$	$0,44 \pm 0,02$	43,28
Мужские соцветия, массовое цветение			
Длина соцветия, см	$2,50 \pm 0,10$	$4,54 \pm 0,11$	181,87
Диаметр соцветия, см	$1,11 \pm 0,02$	$1,75 \pm 0,07$	86,33
Диаметр оси соцветия, см	$0,43 \pm 0,02$	$0,44 \pm 0,02$	0,01
Женские соцветия			
Длина соцветия, см	$3,35 \pm 0,10$	$4,26 \pm 0,15$	25,86
Диаметр соцветия, см	$0,94 \pm 0,03$	$1,28 \pm 0,04$	44,38
Диаметр оси соцветия, см	$0,36 \pm 0,02$	$0,44 \pm 0,02$	11,50

Размеры соцветий ивы пепельной достоверно меньше, чем ивы козьей. Наиболее значимы различия в длине мужских соцветий в период массового цветения. Длина тычиночных нитей соцветий ивы пепельной меньше почти в три раза, чем у ивы козьей (максимум 5 мм против 15 мм соответственно), что может служить диагностическим признаком.

По результатам хроматографического анализа в извлечениях обнаружены флавоноиды в виде пятен желтого и коричневого цвета в УФ-свете. После обработки 1 % раствором аминоэтилового эфира дифенилборной кислоты цвет пятен становился светло-желтым в видимом свете с коричнево-желтой флюоресценцией в УФ-свете

(рисунок 3). Показатели Rf приведены в таблице 2.

На хроматограммах присутствуют 5 зон, соответствующих веществам флавоноидной природы, из которых преобладает капреозид (вещество с Rf около 0,5), что согласуется с литературными данными [13].

Женские соцветия ивы пепельной показали сходный флавоноидный состав с мужскими соцветиями ивы козьей. Обнаружены диосметин, капреозид и гликозиды флавонолов (предположительно кверцетина и изорамнетина). В мужских соцветиях ивы пепельной дополнительно присутствуют кверцетин и гликозиды лютеолина.

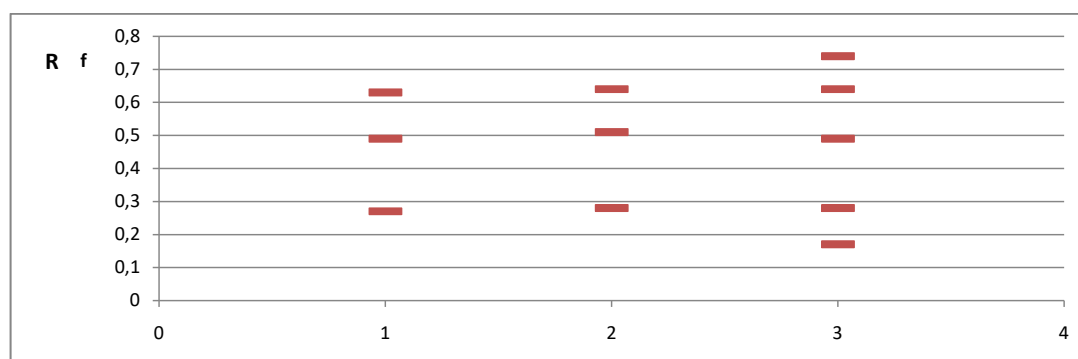


Рисунок 3. – Схема хроматограммы извлечений из соцветий ивы козьей и ивы пепельной (номера извлечений расшифрованы в таблице 2)

Таблица 2. – Результаты разделения и идентификации флавоноидов извлечений из соцветий ивы козьей (*S.caprea* L.) и ивы пепельной (*S.cinerea* L.)

Вид соцветия	Кверцетин	Диосметин	Капреозид	Гликозиды флавонолов	Гликозиды лютеолина
	Rf на пластинках с целлюлозой в системе растворителей изопропанол – муравьиная кислота – вода (2:5:5)				
1. Мужские соцветия <i>S. caprea</i>		0,27	0,49	0,63	
2. Женские соцветия <i>S. cinerea</i>		0,28	0,50	0,64	
3. Мужские соцветия <i>S. cinerea</i>	0,17	0,28	0,49	0,64	0,74

На рисунке 4 представлена хроматограмма извлечения из мужских соцветий ивы пепельной, полученная с помощью метода ВЭЖХ.

Обнаружены 4 пика веществ, которые по спектрам поглощения отнесены

к классам флавонов (время удерживания 7,98 минуты, 9,70 минуты, 11,30 минуты и 16,31 минуты, их спектры практически совпадают), и 1 пик с временем удерживания 14,10 минут, отнесенный к флавонолам (рисунок 5).

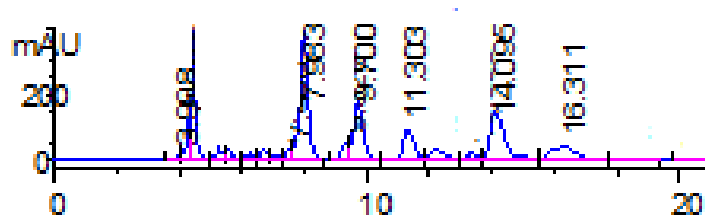


Рисунок 4. – Хроматограмма извлечения из мужских соцветий ивы пепельной

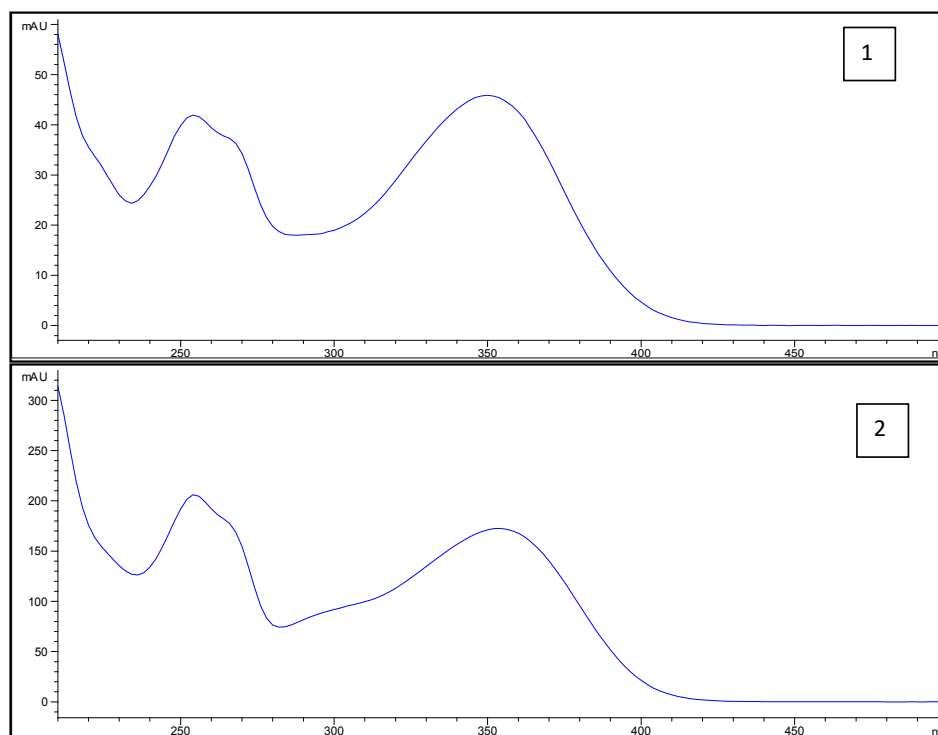


Рисунок 5. – Спектры веществ с временем удерживания 16,3 минуты (1) и 14,1 минуты (2)

Содержание суммы флавоноидов в соцветиях ивы пепельной в зависимости от фазы цветения представлено в таблице 3. Оно изменяется от 2,8 % до 4,2 % в зависимости от фазы цветения.

Максимум содержания суммы флавоноидов наблюдается в мужских соцветиях ивы пепельной в начале цветения – 4,2 %. В период середины цветения и окончания цветения в мужских соцветиях оно при-

близительно одинаковое (примерно 3,4 %). Минимальное содержание флавоноидов отмечено в женских соцветиях.

Таким образом, соцветия ивы пепельной необходимо собирать в начале цветения, когда содержание флавоноидов максимальное. Такая же динамика накопления флавоноидов по фазам цветения характерна и для соцветий ивы козьей, однако содержание флавоноидов в них выше (до 7,5 %) [13].

Таблица 3. – Содержание суммы флавоноидов в соцветиях ивы пепельной

Пол соцветия	Фаза цветения	Содержание суммы флавоноидов в пересчете на рутин, %
Мужские	начало цветения	4,20±0,40
Мужские	середина цветения	3,35±0,05
Мужские	конец цветения	3,45±0,05
Женские	середина цветения	2,80±0,03

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведен макроскопический анализ мужских соцветий ивы пепельной, произрастающей в окрестностях г. Витебска. Диагностическими признаками являются: в каждом цветке 2 тычинки (не 3 и не 5), тычиночные нити светло-желтые, свободные, длиной до 5 мм (у ивы козьей в три раза длиннее); прицветные чешуи черные, эллиптические, цельные, опушенные светлыми волосками длиной до 2 мм.

Разработаны условия хроматографического анализа соцветий ивы пепельной: экстрагировать с помощью 70 % этанола в соотношении 1:10; наносить по 5 мкл на пластинки с целлюлозой; система растворителей изопропанол – муравьиная кислота – вода (2 : 5 : 5); проявлять 1% раствором аминоэтилового эфира дифенилборной кислоты. По результатам ТСХ и ВЭЖХ анализа женские соцветия ивы пепельной показали сходный флавоноидный состав с мужскими соцветиями ивы козьей. Обнаружены кверцетин, капреозид и гликозиды флавонолов (предположительно кверцетина и изорамнетина). В мужских соцветиях ивы пепельной дополнительно присутствуют диосметин и гликозиды лютеолина. В сумме флавоноидов преобладают производные диосметина, что позволяет предложить соцветия ивы пепельной, как и ивы козьей, в качестве их источника.

Содержание суммы флавоноидов в соцветиях ивы пепельной в зависимости от фазы цветения изменяется от 2,8 % до 4,2 %. Максимум содержания флавоноидов на-

блюдается в мужских цветках ивы пепельной в начале цветения, эта фаза вегетации и является оптимальной для сбора сырья. В период середины цветения и окончания цветения содержание флавоноидов снижается. В мужских соцветиях ивы козьей содержание флавоноидов еще выше – до 7,5 %. Минимум содержания отмечен в женских соцветиях.

SUMMARY

N. A. Kuzmichova INFLORESCENCES OF GRAY WILLOW (*SALIX CINEREA* L.) AND SALLOW (*SALIX CAPREA* L.) AS A SOURCE OF DIOSMETHINE DERIVATIVES

The article shows results of comparative characteristic of external features and chemical composition of inflorescences of two genus species *Salix*: *S. cinerea* L. and *S. caprea* L. Diagnostic features of male inflorescences of *Salix cinerea* are stated: there are 2 stamens in each flower, filaments are light yellow, free moving, up to 5 mm long (filaments of *Salix caprea* are three times as long); bract chaffs are black, elliptical, uniform, covered by light hairs, up to 2 mm long. 5 zones corresponding to flavonoid substances are determined by the results of TLC analysis on the cellulose plates in the diluent system isopropanol–formic acid–water (2 : 5 : 5 V/V/V). Female inflorescences of *Salix cinerea* showed a flavonoid composition similar to the male inflorescences of *Salix caprea*. Quercetin, capreosid and glycosides of flavonols are determined, and capreosid (diosmetin-7-β-D-glucopiranosyl-

6- α -L-arabofuranoside) dominates. Besides these compounds diosmetin and glycosides of luteolin are present in male inflorescences of *Salix cinerea*. The chromatogram of extractions from male inflorescences of *Salix cinerea* obtained by HPLC shows 5 peaks of flavonoid substances, four of which belong to flavones according to absorption spectra (derivatives of diosmetin and luteolin) and 1 – to flavonols. Total flavonoid content of *Salix cinerea* inflorescences changes from 2,8 % to 4,2 % in accordance with the flowering period. Maximal content is presented in male inflorescences of *Salix cinerea* at the beginning of flowering. This stage of vegetation is optimal for collection of raw material. Flavonoid content of *Salix caprea* male inflorescences is yet higher (up to 7,5 %). Minimal content is determined in female inflorescences of *Salix cinerea*.

Keywords: *Salix cinerea*, *Salix caprea*, diosmetin, TLC, HPLC.

ЛИТЕРАТУРА

1. Шевела, А. И. Ожирение и хроническая венозная недостаточность: от факторов риска к патогенезу / А. И. Шевела, С. А. Усов, В. А. Маркина // Флебология. – 2019. – Т. 13. – С. 220–224.
2. Немирова, С. В. Современные аспекты терапии хронических заболеваний вен / С. В. Немирова // Хирургия. – 2018. – № 1. – С. 22–26.
3. Ахметзянов, Р. В. Клиническая эффективность препарата Детралекс в лечении пациенток с варикозной болезнью вен таза / Р. В. Ахметзянов, Р. А. Бредихин // Ангиология и сосудистая хирургия. – 2018. – Т. 24, №2. – С. 93–98.
4. Талибов, О. Б. Диосмин в лечении венозной патологии: основы фармакокинетики и фармакодинамики / О. Б. Талибов // Хирургия. Журнал им. Н. И. Пирогова. – 2019. – №3. – С. 135–140.
5. Eid Hoda, M. Mechanisms of the antidiabetic action of plants from Northeastern Canada / M. Eid Hoda // Advances in Endocrinology. – 2014. – V. 2014. – P. 11–22.
6. Diosmin protects against induced gastric injury / H. H. Arab [et al.] // Phytotherapy Research. – 2013. – V. 27, I. 1. – P. 126–130.
7. The protective effect of diosmin on hepatic ischemia reperfusion injury: an experimental study / Y. Tanrikulu [et al.] // Bosnian Journal of Basic Medical Sciences. – 2013. – V. 13, I. 4. – P. 218–224.
8. Diosmin reduces calcium oxalate deposition and tissue degeneration in nephrolithiasis in rats: a stereological study / A. Noorafshan [et al.] // Korean Journal of Urology. – 2013. – Volume 54, issue 4. – P. 252–257.
9. A review on pharmacological and analytical aspects of diosmetin: a concise report / K. Patel [et al.] // Chin. J. Integr. Med. – 2013. – V. 19 (10). – P. 792–800.
10. Diosmetin ameliorates the severity of cerulein-induced acute pancreatitis in mice by inhibiting the activation of the nuclear factor- κ B / G. Yu [et al.] // International Journal of Clinical and Experimental Pathology. – 2014. – V. 7, issue 5. – P. 2133–2142.
11. Бандюкова, В. А. Распространение диосметина и его гликозидов в цветковых растениях / В. А. Бандюкова, О. А. Андреева // Растительные ресурсы. – 1987, вып. 1. – С. 136–144.
12. Растительные ресурсы России. Дикорастущие цветковые растения, их компонентный состав и биологическая активность. Т. 2. Семейства Actinidiaceae – Malvaceae, Euphorbiaceae – Haloragaceae / Отв. ред. А. Л. Буданцев. – СПб; М.: Товарищество научных изданий КМК, 2009. – С. 79–86.
13. Насудари, А. А. Химическое исследование флавоноидного состава мужских соцветий ивы козьей, произрастающей в Азербайджане / А. А. Насудари // Изв. АН АзССР, 1965. – № 4. – С. 97–104.
14. Кузьмичева, Н. А. Фармакогностический анализ цветков ивы козьей / Н. А. Кузьмичева // Вестник фармации. – 2012. – № 2. – С. 16–21.
15. Парфенов, В. И. Ивы (*Salix* L.) в Белоруссии: таксономия, фитоценология, ресурсы / В. И. Парфенов, И. Ф. Мазан. – Минск: Наука и техника, 1986. – 167 с.
16. Юркевич, И. Д. Фенологические исследования древесных и травянистых растений (методическое пособие) / И. Д. Юркевич, Д. С. Голод, Э. П. Ярошевич // Минск. – Наука и техника. – 1980. – 88 с.
17. Государственная фармакопея Республики Беларусь. (ГФ РБ II): Разработана на основе Европейской фармакопеи. В 2 т. Т. 1. Общие методы контроля качества лекарственных средств / М-во здравоохран. Респ. Беларусь, УП «Центр экспертиз и испытаний в здравоохранении»; под общ. ред. А. А. Шерякова. – Молодечно: Тип.

«Победа», 2012. – С. 77–78, 82–84, 412.

18. Созинов, О. В. Сезонная и годовичная изменчивость содержания биологически активных веществ в коре *Salix viminalis* (Salicaceae) в Беларуси / О. В. Созинов, Н. А. Кузьмичева // Растительные ресурсы. – 2016. – Т. 52, вып.4. – С. 610–619.

Адрес для корреспонденции:

210009, Республика Беларусь,
г. Витебск, пр. Фрунзе, 27,
УО «Витебский государственный ордена
Дружбы народов медицинский университет»,
кафедра фармакогнозии с курсом ФПК и ПК,
тел. раб.: 8 (0212) 64-81-78,
e-mail: kuzm_n-a@mail.ru,
Кузьмичева Н. А.

Поступила 07.02.2020 г.

УДК 615.322:581.19

Е. К. Минькевич¹, Н. В. Корожан², Г. Н. Бузук²

ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ СУШКИ ЛИСТЬЕВ БЕРЕЗЫ НА СОДЕРЖАНИЕ ФЕНОЛЬНЫХ СОЕДИНЕНИЙ И ЦВЕТОВЫЕ ПАРАМЕТРЫ СЫРЬЯ

¹РУП «БЕЛФАРМАЦИЯ», г. Минск, Республика Беларусь

²Витебский государственный ордена Дружбы народов медицинский университет,
г. Витебск, Республика Беларусь

Цель – изучить влияние условий сушки на содержание фенольных соединений и цветовые параметры листьев березы.

Установлено, что изменение температуры сушки листьев березы практически не влияет на содержание суммы фенольных соединений: значимые различия отмечены только для лекарственного растительного сырья, подвергшегося сушке при температуре 40 °С.

*В то же время повышение температуры сушки приводит к нелинейным изменениям цветовых параметров листьев березы: цветового канала **a** и «необычных» соотношений каналов для Lab цветового пространства (**Lab1**, **Lab2**, **Lab3**) в сторону снижения, цветового тона **H** и цветового канала **H2** – в сторону увеличения. Для других цветовых параметров достоверные связи не обнаружены.*

*Между содержанием фенольных соединений в листьях березы и такими параметрами, как насыщенность **C**, цветовые каналы **B**, **b**, **S** имеются высокие уровни связи, близкие к линейным. Это позволяет по цветовым параметрам листьев березы прогнозировать возможное изменение содержания фенольных соединений.*

Ключевые слова: листья березы, сушка, фенольные соединения, цветовые параметры.

ВВЕДЕНИЕ

Интерпретация цифровых изображений и оценка цветовых параметров являются перспективным, развивающимся направлением в анализе растений, растительного покрова и лекарственного растительного сырья (ЛРС). В настоящее время разработаны методики определения цветовых параметров, позволяющие провести мониторинг состояния растений и спрогнозировать урожайность, выявить заболевания растений, определить состав ЛРС или сбора, оценить изменчивость качества

сырья по критерию «цвет» при хранении [1–4].

Также было показано, что, используя цветовые параметры, можно определять содержание различных групп красящих и биологически активных веществ (БАВ) в ЛРС методом денситометрии, в том числе с применением сканера [5–8].

В настоящее время также возрастает интерес к исследованиям, направленным на установление связей цветовых параметров с другими показателями качества сырья, в том числе с содержанием действующих веществ. При этом определено, что